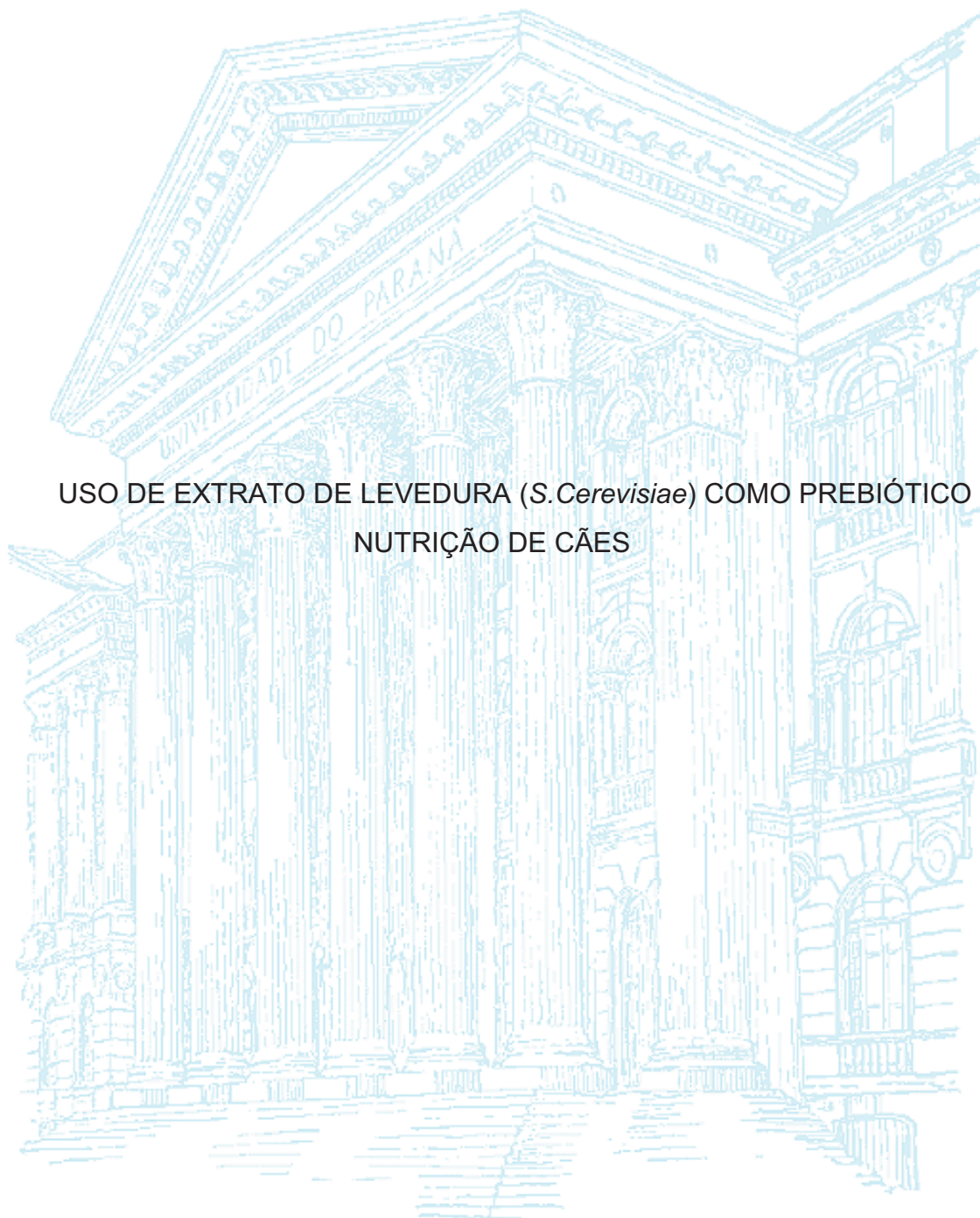


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINA DALLAGASSA DOS SANTOS



USO DE EXTRATO DE LEVEDURA (*S.Cerevisiae*) COMO PREBIÓTICO NA
NUTRIÇÃO DE CÃES

CURITIBA

2018

CAROLINA DALLAGASSA DOS SANTOS

USO DE EXTRATO DE LEVEDURA (*S. Cerevisiae*) COMO PREBIÓTICO
NA NUTRIÇÃO DE CÃES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, ofertado no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como um dos requisitos à obtenção de Título de mestre.

Orientador: Prof. Dra. Ananda Portella Félix

CURITIBA

2018

Santos, Carolina Dallagassa dos
SA237u Uso de extrato de levedura (*S.cerevisiae*) como prebiótico na
 nutrição de cães / Carolina Dallagassa dos Santos. - Curitiba,
 2018.
 74 p.: il.

 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
 Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
 Zootecnia.
 Orientadora: Ananda Portella Félix

 1. Ácidos graxos. 2. Leveduras. 3. Prebióticos. 4. Cão -
 Nutrição. I. Félix, Ananda Portella. II. Título. III. Universidade
 Federal do Paraná.

CDU 636.7.084



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOTECNIA

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **CAROLINA DALLAGASSA DOS SANTOS** intitulada: **Uso de extrato de levedura (*S. cerevisiae*) como prebiótico na nutrição de cães**, após terem inquirido a autora e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovada no rito de defesa. A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 03 de Dezembro de 2018.

ANANDA PORTELLA FÉLIX
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

MARIANA SCHERAIBER
Avaliador Externo (nufl)

SIMONE GISELE DE OLIVEIRA
Avaliador Interno (UFPR)

A DEUS, meus familiares, meu amor, amigos, cães e professores.

Por toda força e incentivo.

Eu dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

A minha mãe por não me deixar abater pelas inúmeras dificuldades que passei durante todo esse período, sempre esteve ali para me dar força, incentivar devo muito a ela, principalmente pelos inúmeros conselhos durante esses anos.

Pai, por todo apoio durante a duração do mestrado.

A minha tia Bete, por estar tão presente em minha vida e sempre me mandar uma mensagem de apoio e conforto quando ela nem sabia que as coisas não iam bem.

A Thamires, que foi companheira para várias atividades, viagens, correções em cima da hora e sempre esteve comigo.

Ao meu afilhado o melhor presente da minha vida até agora, amo você Matheus Bernardo.

Daniel Keppen, meu amor, namorado, marido, companheiro, me deu muita força e incentivo para buscar crescer e sempre ser melhor, que não me deixou abalar em nenhum momento e acreditou muito no meu potencial. Você faz parte desta conquista.

Aos amigos que me acompanharam e tornaram a vida no mestrado mais leve, Duda, Luiza, Lívia, Daia, Mari, Wagner, Gustavo, Bruno Keppen, Thais, “Lolo” e agora a Helena.

A minha segunda família e queridos amigos, família do Daniel que me acolheram tão bem e me deram forças, incentivos, apoio e me divertiram mesmo nos momentos em que tudo estava difícil.

A minha mais especial companheira de vida e mestrado Blueberry Maria, que me acompanhou em diversas noites de estudos, sempre me animando com suas brincadeiras e lambidas, minha linda cachorrinha que veio para me alegrar.

Aos Professores que marcaram essa trajetória, em especial a minha orientadora Ananda Felix, que confiou em mim e sempre me deu forças para continuar, você é um exemplo de profissional, sou muito grata por todos conselhos, ajudas durante a graduação, mestrado e a caminhada pela graduação.

A todos meus amigos da pós-graduação que me ajudaram no meu mestrado e no tempo que passei na pós, obrigada Gislaine, Nay, Mel, Adri, Cleusa, Taby, Dani, Camilla, Fabi, Alina, Nathalia, Fernanda, Gisele, Lorena, Lívia, a todos do

LENUCAN, LEPNAN, LACRIAS E GAMA. Obrigada também ao pessoal do Lab. de Nutrição (UFPR) por todo auxílio.

Obrigada a todos os meus amigos de quatro patas que com a suas contribuições me proporcionaram este trabalho e também contribuíram muito para minha vida. Vocês me trazem alegria e fazem com que o trabalho seja leve e suave. Obrigada Amora, Amarula, Babalu, Bexiga, Bud, Cacau, Chanel, Cookie, Olivia, Paçoca, Solução, Scooby, Tequila, Toddy, Thor, Xuxo.

Agradeço também a empresa Alltech pelo apoio na execução dos experimentos.

Obrigada a todos.

Carolina Dallagassa dos Santos

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças.”

Megginson, Leon C.

RESUMO

As leveduras inativadas são utilizadas na nutrição de várias espécies de interesse zootécnico por conta da sua ação benéfica ao sistema gastrointestinal. Na nutrição de cães, seu efeito ainda é pouco conhecido, porém, estudos científicos realizados anteriormente demonstraram que podem afetar a palatabilidade, a textura do alimento, a digestibilidade da dieta, saúde intestinal e imunidade do animal, podendo ainda ser usada como fonte de nutrientes. Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de 2% de extrato de leveduras sobre a digestibilidade e palatabilidade da dieta, produtos de fermentação intestinal e características fecais de cães adultos. Foram avaliadas duas dietas contendo 0% e 2% de extrato de leveduras. As dietas foram fornecidas durante 25 dias a 16 cães adultos, distribuídos inteiramente ao acaso ($n=8$). As fezes foram coletadas totalmente nos últimos 5 dias experimentais para determinação da digestibilidade da dieta e dos produtos de fermentação intestinal e características fecais. Foi avaliada a palatabilidade das dietas 0 vs. 2% extrato de leveduras utilizando 16 cães adultos durante dois dias ($n=32$). Os dados foram analisados pelo teste t-Student ($P<0,05$). A inclusão de levedura reduziu a digestibilidade da proteína bruta (PB) da dieta ($P<0,05$). A dieta contendo 2% de extrato de leveduras proporcionou aumento no escore fecal e na concentração de ácido acético ($P<0,05$). Não houve diferença nas demais variáveis ($P>0,05$). Os resultados mostram que a adição de 2% de extrato de leveduras aumenta a consistência e o ácido acético das fezes de cães.

Palavras-chave: Ácidos graxos de cadeia curta, escore fecal, prebiótico.

ABSTRACT

Yeasts are used in the nutrition of several species of zootechnical interest because of their beneficial action to the gastrointestinal system. In dog nutrition, its effect is still poorly understood, but scientific studies have shown that it can affect palatability, food texture, diet digestibility, intestinal health and animal immunity, and can be used as a source of nutrients. The objective of this study was to evaluate the effects of the inclusion of 2% of yeast extract on the digestibility and palatability of diet and intestinal fermentation products and fecal characteristics of adult dogs. Two diets containing 0% and 2% of yeast extract were evaluated. Diets were given for 25 days to 16 adult dogs, distributed entirely at random ($n = 8$). The feces were collected totally in the last 5 experimental days to determine the digestibility of the diet and the products of intestinal fermentation and fecal characteristics. The palatability of the 0 vs. 2% yeast extract using 16 adult dogs for two days ($n = 32$). The data were analyzed by Student's t-test ($P < 0.05$). The inclusion of yeast reduced the digestibility of the crude protein (CP) of the diet ($P < 0.05$). The diet containing 2% yeast extract provided an increase in fecal score and acetic acid concentration ($P < 0.05$). There was no difference in the other variables ($P > 0.05$). The results show that the addition of 2% of yeast extract increases the consistency and acetic acid of the faeces of dogs.

Key words: Fatty acids, fecal score, prebiotic.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CÉLULA DA LEVEDURA E SUAS ESTRUTURAS.	17
FIGURA 2 – OBTENÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA	23
FIGURA 3 – COMPARAÇÃO DA PRIMEIRA ESCOLHA DAS RAÇÕES COM 0% E 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA.	54
FIGURA 4 – RAZÃO DE INGESTÃO DA RAÇÃO 0% E 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA.	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - VARIAÇÃO MÍNIMA E MÁXIMA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA LEVEDURA.	20
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS LEVEDURAS DE CERVEJA E CANA-DE-AÇÚCAR, AUTOLISADA E ÍNTEGRAL	22
TABELA 3 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE CÉLULAS INTEGRAS DE LEVEDURA (CIL), HIDROLISADO DE LEVEDURA (HL), EXTRATO DE LEVEDURA DE CERVEJARIA (EL) E EXTRATO DE LEVEDURA DE CEPA ESPECÍFICA (ELCE).	24
TABELA 4 - COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS DAS CÉLULAS DE LEVEDURA ÍNTEGRA (LI), DO AUTOLISADO (AT) E DO EXTRATO (EX).	25
TABELA 5 - INGREDIENTES (%) E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS DIETAS 0% E 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA (% NA MATÉRIA SECA).	47
TABELA 6 - PERFIL DE AMINOÁCIDOS DO EXTRATO DE LEVEDURA.	48
TABELA 7- MÉDIAS DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE (CDA, %) E ENERGIA METABOLIZÁVEL (EM, KCAL/KG) E DE DIETAS CONTENDO 0 OU 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA E CARACTERÍSTICAS FECAIS DE CÃES.	53
TABELA 8- MÉDIAS (MMOL) DOS ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA (AGCC) E RAMIFICADA (AGCR) DAS FEZES DE CÃES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO 0 OU 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA	54

LISTA DE ABREVIATURAS

AGCC – ÁCIDO GRAXO DE CADEIA CURTA
AGCR – ÁCIDO GRAXO DE CADEIA RAMIFICADA
AT – AUTOLISADO DE LEVEDURA
BG – BETAGLUCANO
CDA – COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE
CIL – CÉLULAS INTEGRAS DE LEVEDURA
DNA – ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO
EB – ENERGIA BRUTA
ECC – ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL
EEA – EXTRATO ETÉREO EM HIDRÓLISE ÁCIDA
EM – ENERGIA METABOLIZÁVEL
EPM – ERRO PADRÃO DA MÉDIA
EL – EXTRATO DE LEVEDURA DE CERVEJARIA
ELCE – EXTRATO DE LEVEDURA DE CEPA ESPECÍFICA
EX – EXTRATO DE LEVEDURA
FB – FIBRA BRUTA
FDA – FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO
FDN – FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO
FDT – FIBRA DIETÉTICA TOTAL
FI – FIBRA INSOLÚVEL
FOS – FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS
FS – FIBRA SOLÚVEL
GC – GORDURA CORPORAL
HL– HIDROLISADO DE LEVEDURA
IGA – IMUNOGLOBULINA A
IMCC – ÍNDICE DE MASSA CORPORAL CANINO
LI – CÉLULAS DE LEVEDURA ÍNTEGRA,
MM – MATÉRIA MINERAL
MM – MILÍMETRO
MMOL – MILIMOL
MO – MATÉRIA ORGÂNICA
MOS – MANANOLIGOSSACARÍDEO

MS – MATÉRIA SECA

MSF – MATÉRIA SECA FECAL

NEM – NECESSIDADE DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

NNP – NITROGÊNIO NÃO PROTÉICO.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL

PB – PROTEÍNA BRUTA

PCL – PAREDE CELULAR DE LEVEDURA

PH – POTENCIAL HIDROGÊNIONICO

PNA – POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS

PPM – PARTES POR MILHÃO

PV – PESO VIVO

RNA - ÁCIDO RIBONUCLÉICO

UFC – UNIDADE FORMADORA DE COLÔNIA

μM – MICROMETRO

XOS – XILOLIGOSSACARÍDEOS

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS - USO DE LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO DE CÃES

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	LEVEDURAS	16
2.2	ESTRUTURA DAS LEVEDURAS	17
2.2.1	Parede celular	17
2.2.2	Membrana citoplasmática	18
2.2.3	Citoplasma	18
2.2.4	Núcleo	18
2.2.5	Mitocôndrias	18
2.3	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA LEVEDURA E DE SEUS COPRODUTOS	19
2.3.1	Levedura autolisadas	21
2.3.2	Parede celular de levedura	22
2.3.3	Extrato de levedura	23
2.4	LEVEDURAS UTILIZADAS NA ALIMENTAÇÃO	26
2.5	UTILIZAÇÃO DE LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	26
2.5.1	Levedura na nutrição de cães	29
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
4	REFÊRENCIAS	33

CAPÍTULO II - EXTRATO DE LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO DE CÃES E SEU EFEITO SOBRE A DIGESTIBILIDADE, CARACTERÍSTICAS FECAIS E PALATABILIDADE.

1.	INTRODUÇÃO	45
2.	MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1	EXPERIMENTO I – ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS DAS FEZES	46
2.1.1	Dietas	46
2.1.2	Extrato de levedura	47
2.1.3	Animais e instalações	48
2.1.4	Procedimentos experimentais	48

2.1.5	Cálculos e análise estatística	50
2.2	EXPERIMENTO II – ESTUDO DE PALATABILIDADE	51
2.2.1	Dietas	51
2.2.2	Animais e instalações	51
2.2.3	Procedimentos experimentais	51
2.2.4	Cálculos e análise estatística	52
3.	RESULTADOS	53
3.1	EXPERIMENTO I - ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS DAS FEZES	53
3.2	EXPERIMENTO II – ESTUDO DE PALATABILIDADE	54
3.2.1	Primeira Escolha	54
3.2.2	Razão de Ingestão	55
4.	DISCUSSÃO	56
4.1	EXPERIMENTO I - ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS DAS FEZES	56
4.2	EXPERIMENTO II – ESTUDO DE PALATABILIDADE	58
5.	CONCLUSÃO	60
6.	REFÊRENCIAS	61
	REFÊRENCIAS	64
	ANEXO I – CERTIFICADO COMISSÃO DE ÉTICA	74

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

As leveduras são conhecidas como "as plantas" mais antigas cultivadas pelo homem" embora não pertençam ao reino vegetal e são reconhecidas historicamente por sua capacidade fermentativa. Tradicionalmente, as leveduras são utilizadas pelas indústrias de alimentos principalmente na produção de etanol e de dióxido de carbono, os quais são importantes na produção de cerveja, de vinho, de álcool e de fermentos.

O primeiro processo biotecnológico para a produção industrial de microrganismos úteis ao homem foi a de levedura de panificação. Por possuir qualidades nutritivas, as leveduras obtidas em processos fermentativos, como os de cervejaria e os de produção de álcool de cereais e de melaço, começaram a ser reaproveitadas a partir do subproduto e comercializadas como alimento proteico e vitamínico, o qual passou também a ser produzida para utilização na nutrição animal.

Recentemente tem-se estudado os efeitos da levedura e seus componentes na nutrição animal, alguns estudos mostram efeitos no aumento do crescimento animal; diminuição do pH intestinal, evitando a proliferação de bactérias com potencial patogênico (FERKET, 2004), aumento na resistência imunológica (HUNTER; GAULT; BERNER, 2002; MANTOVANI et al., 2007; NUNES et al., 2008), e melhora da integridade intestinal (CARVER & WALKER, 1995), assim como no equilíbrio da microbiota do trato gastrointestinal (OYOFO et al., 1989; NEWMANN, 1994; SWANSON et al., 2002; GOMES, 2008), resultando em melhor digestão e absorção de nutrientes.

Apesar dos benefícios citados da utilização de levedura na nutrição animal, seu uso com cães ainda é pouco estudado. Desse modo, ressalta-se a importância do desenvolvimento de novos estudos para comprovar seus efeitos, estimar doses ótimas e estabelecer critérios para sua utilização na alimentação de animais de companhia.

Levando em consideração a importância de conhecer melhor novas fontes de aditivos que podem ser utilizadas na nutrição de cães e seus efeitos sobre o trato gastrintestinais, objetivou-se avaliar a digestibilidade, produtos de fermentação

intestinal, características fecais e palatabilidade em cães alimentados com dietas contendo 2% de extrato de leveduras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. LEVEDURAS

As leveduras são fungos eucariontes, unicelulares e não-filamentosas. Em sua grande maioria possuem formato oval, podendo apresentar outras morfologias, são imóveis, pois não apresentam filamentos ou flagelos. São da classe dos ascomicetos, os quais pertencem ao filo *Ascomycota* que caracteriza-se pela produção de esporos, que ocorre em esporângios específicos, denominados de ascos.

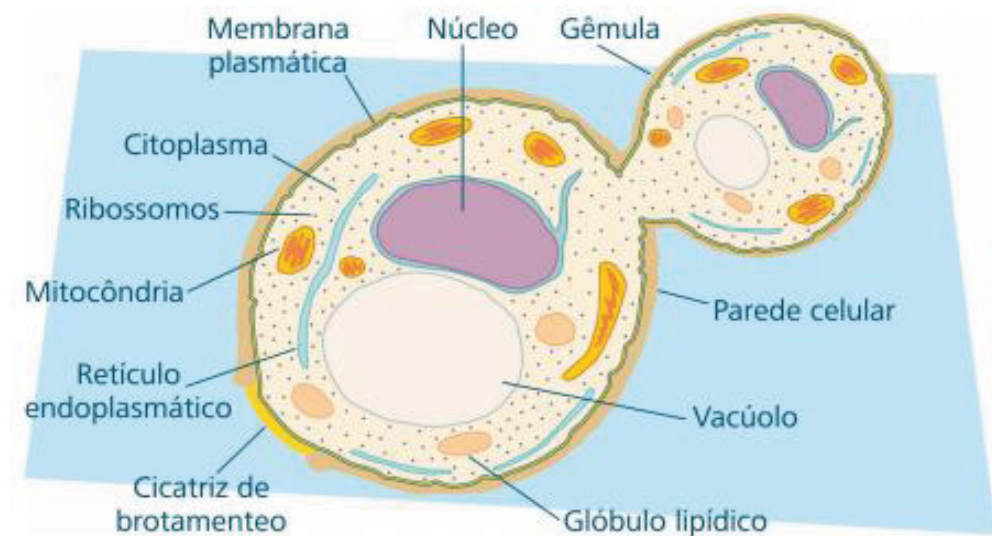
Segundo Horii (1980) frequentemente pode surgir pares, cadeias ou pseudomicélio, pois as células-filhas podem não se desprender das células-mães, dando origem a essas formas. Porém, as formas predominantes são ovais ou elípticas, com dimensões variáveis, apresentando cerca de 4 a 8 μ no menor diâmetro por 5 a 16 μ no maior diâmetro. As formas apresentadas por uma dada espécie variam grandemente em função da composição do meio de cultivo.

As leveduras de interesse zootécnicos geralmente se desenvolvem na fermentação alcoólica, e não são capazes de utilizar amido e celulose como fonte de carbono (HOUGH, 1990).

2.2 ESTRUTURA DAS LEVEDURAS

A maioria dos estudos feitos, foram sobre as estruturas da célula de *Saccharomyces cerevisiae*. Na figura 1 verificou-se as principais estruturas das leveduras como a parede celular, membrana plasmática, núcleo, mitocôndrias e vacúolos.

FIGURA 1. CÉLULA DA LEVEDURA E SUAS ESTRUTURAS.



Fonte: CTISM

2.2.1 Parede celular

A parede celular da levedura é fina nas células jovens e espessa nas adultas. Sendo organizada em duas camadas compostas por três macromoléculas principais, a manana-proteína, um complexo no qual o polissacarídeo manana está covalentemente ligado à proteína; glucana, um polissacarídeo de β -1,3 e β -1,6 glicose e quitina, um polímero de β -1,4 N-acetilglicosamina (NORTHCOTE & HORNE, 1952).

Segundo Blondeau (2001), as leveduras mortas contêm em suas paredes importantes quantidades de polissacarídeos e proteínas capazes de atuar positivamente no sistema imunológico e na absorção de nutrientes. A parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* possui 80% a 85% de polissacarídeos, principalmente glucanas e mananas (ROSE, 1993).

A parede é resistente à ação de enzimas digestivas endógenas em animais e possui alto conteúdo de ácidos nucleicos. Sendo assim, é importante que ocorra o rompimento da parede celular para a melhoria da digestibilidade e da utilização da proteína neste tipo de levedura (YAMADA, et al. 2003).

2.2.2 Membrana citoplasmática

A membrana citoplasmática está localizada abaixo da parede celular e sua função é permitir a entrada seletiva de nutrientes e proteger a levedura da perda de pequenas moléculas, por vazamento do citoplasma. Sua composição química é composta por glicoproteínas, lipídeos e ergosterol (MACWILLIAN, 1970).

Algumas leveduras são cobertas por um material limoso, viscoso e aderente, que é a substância capsular. A maior parte das cápsulas de leveduras é constituída de polissacarídeo (VIEIRA E QUEIROZ, 2012).

2.2.3 Citoplasma

O citoplasma é composto pela porção fluída na qual as organelas estão localizadas. Ele contém enzimas, carboidratos de reserva (glicogênio e trealose) e grandes quantidades de ribossomos e polifosfato. De 1 a 5% do DNA das leveduras pode estar presente no citoplasma (VIEIRA E QUEIROZ, 2012).

2.2.4 Núcleo

O núcleo das células das leveduras é bem definido, pequeno esférico, circundado por uma membrana semipermeável e com funções metabólicas e reprodutivas. Possui também um ou mais vacúolos de tamanhos diferentes (0,3 a 3,0 μ m de diâmetro). Eles têm aparência esférica e são mais transparentes a um feixe de luz que o citoplasma que os circunda. Sendo cercado por uma membrana simples e a sua constituição está relacionada ao transporte de substâncias que são armazenadas no vacúolo, tais como enzimas, aminoácidos livres e lipídeos. Os vacúolos também servem como vesículas de armazenamento para várias enzimas hidrolíticas (URECH, 1978).

2.2.5 Mitocôndrias

Mitocôndrias são organelas membranosas. No gênero *Saccharomyces*, elas estão geralmente bem próximas da periferia da célula, mas em leveduras aeróbias apresentam-se distribuídas pelo citoplasma. O número de mitocôndrias pode variar

de um a vinte por célula. Essas organelas são envolvidas por membranas externas e internas; a membrana interna forma as cristas mitocondriais. Elas são importantes nos processos de conversão aeróbios de energia (NICHOLLS E FERGUSON, 2002).

2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA LEVEDURA E DE SEUS COPRODUTOS

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e de álcool etílico via processamento fermentativo, utilizando levedura como o microrganismo agente da fermentação (ROCHA, et al. 2008), tendo assim um grande potencial e disponibilidade de coprodutos.

A biomassa da levedura produzida pode ser comercializada *in natura*, para alimentação de ruminantes, ou seca para elaboração de rações para monogástricos. A levedura pode ser obtida por três maneiras distintas: sangria do leite da levedura, fundo de dorna e da vinhaça (BUTOLO, et al.1996), que são submetidas a secagem por rolos rotativos ou pela tecnologia “*spray dryer*”.

Dentre os métodos, a secagem por rolos rotativos é a mais utilizada, principalmente nas destilarias de pequeno porte, por necessitar de menores investimentos. Entretanto, destilarias de grande porte utilizam do método de secagem “*spray dryer*”, devido à temperatura máxima atingida ser alta e o tempo de contato durante a secagem serem menores quando comparado com a secagem por rolo rotativo, no qual o produto obtido pode apresentar melhor qualidade nutricional (SCAPINELLO et al.,1997). Na secagem por “*spray dryer*” a rápida exposição do material e a elevada temperatura de operação garantem a preservação de todas suas propriedades, principalmente dos aminoácidos (ZANUTTO, et al. 1999).

A composição química e energética da levedura pode ser considerada um fator limitante da sua utilização nas rações, pois são muito variáveis (tabela 1). Ainda sofrem influências de diversos fatores como o substrato em que foram desenvolvidas, grau de aeração do substrato, espécie da levedura, idade das células, processo de secagem e autólise (SWANSON E FAHEY JUNIOR, 2006).

TABELA 1. VARIAÇÃO MÍNIMA E MÁXIMA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA LEVEDURA.

	Mínimo	Máximo
Matéria seca	86,46%	94,70%
Extrato etéreo	0,01%	0,84%
Fibra bruta	0,46%	1,36%
Matéria mineral	3,11%	12,89%
Proteína bruta	19,38%	40,18%
Lisina total	2,09%	8,29%

FONTE: Adaptado de BRUM et al., 1999; FARIA et al., 2000; APOLÔNIO et al., 2003; YAMADA et al., 2003; PERDOMO et al., 2004; LONGO et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2005; GENEROSO, et al., 2008; SILVA et al., 2008a; SILVA et al., 2009a)

Cerca de 45 a 55% da composição da levedura é carboidratos, sendo representados, em média, por 33% de trealose, 27% de glucanos, 21% de mananoligossacarídeos e 12% de glicogênio (BATTISTI et al. 1985). Com teores de fibra bruta inferiores a 1%. A levedura apresenta também elevadas concentrações de vitaminas do complexo B, principalmente tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico e inositol. Outro componente importante da levedura são os nucleotídeos, representados pelos ácidos nucleicos (CAMPOS NETO, 1987).

Os oligossacarídeos como os Glucanos e mananoligossacarídeos, tem atividade prebiótica, e sua principal forma de ação é sobre a modulação benéfica da microbiota presente no hospedeiro (MACARI & MAIORKA, 2000), estimulando o crescimento e/ou ativando o metabolismo de algum grupo de bactérias do trato intestinal. Já os nucleotídeos podem ter efeito sobre o trato gastrointestinal, melhorando suas vilosidades e influenciando positivamente a microbiota intestinal.

Além de ser fonte de proteína e vitaminas do complexo B, a levedura fornece também enzimas, ácidos graxos de cadeia curta e minerais quelatados (BUTOLO, 1997).

2.3.1 Levedura autolisadas

As leveduras autolisadas podem ser obtidas por autodigestão enzimática das proteínas e de outros componentes celulares, assim como, utilizando ácidos ou enzimas para hidrolisar a célula (hidrolisados); ou por ruptura através de pressão osmótica expondo as leveduras a uma solução com elevada concentração de sais (AMORIM & LOPES, 2009).

Segundo Pacheco (1996) a levedura autolisada consiste no conteúdo total da célula lisada incluindo as proteínas e a parede celular. Deve-se ressaltar que no processo de hidrólise da parede celular da levedura, o conteúdo celular fica parcialmente disponível, pois a parede celular não é removida. Nesse caso, a levedura hidrolisada continua contendo componentes solúveis e insolúveis em água (AMORIM et al., 2009).

A hidrólise das leveduras acaba por disponibilizar seu conteúdo celular rico em proteínas, aminoácidos, lipídeos, vitaminas do complexo B e ácidos ribonucleicos. A levedura hidrolisada possui cerca de 45-48% de proteína e 8-12% de ácidos nucleicos (tabela 2). Os carboidratos são os mais abundantes na parede celular da levedura, pois representam cerca de 50% do peso seco, sendo em média 33% de trealose, 27% de glucanas, 21% de mananas e 12% de glicogênio (SARWAR et al., 1985). Essas estruturas possuem impacto imunológico substancial, além de serem extremamente eficazes ao impedir a colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal (SILVA, 2009).

Após a autólise da célula é realizada a separação da parede celular por meio de centrifugação, em seguida as proteínas encontradas no interior da célula são extraídas por precipitação em pH ácido e posterior centrifugação, originando o extrato de levedura.

TABELA 2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS LEVEDURAS DE CERVEJA E CANA-DE-AÇÚCAR, AUTOLISADA E ÍNTEGRA

Item	Levedura de Cerveja	Autolisada	Íntegra
Matéria seca (%)	93,73	92,14	92,69
Proteína bruta (%)	50,19	42,45	45,53
Extrato etéreo ácido (%)	3,13	2,66	2,86
Fibra detergente neutro (%)	2,39	0,72	0,82
Matéria mineral (%)	6,39	4,82	6,2
Energia bruta(kcal/kg MS)	4119,01	3738,62	4058,91

FONTE: Adaptado de Martins (2009)

2.3.2 Parede celular de levedura

A parede celular é obtida a partir da produção de extrato de levedura e tem sido utilizada pela indústria de rações. Após a autólise das células, a fração insolúvel é separada por centrifugação e secada.

Sua composição inclui principalmente polissacarídeos complexados à proteínas. O principal polissacarídeo que a estrutura é a manose, ácidos urônicos e outros componentes secundários.

Os β -glucanos e α -mananos têm sido reconhecidos por modularem pronunciadamente o sistema imune por meio de interações específicas com várias células imunocompetentes (MEDZHITOV & JANEWAY, 2000). Eles agem por estimulação do sistema imune, principalmente em macrófagos, exercendo efeito benéfico contra uma variedade de vírus, fungos e parasitas (HUNTER; GAULT; BERNER, 2002; MANTOVANI et al., 2007). Essa imunoestimulação pode levar a aumento na proteção contra infecções oportunistas (CROSS et al., 2001).

Por este efeito imunoestimulante, os glucanos podem auxiliar na terapia anti-tumoral, melhorando o efeito da quimioterapia e da radioterapia, além de ter efeitos positivos na sobrevivência e qualidade de vida de pacientes humanos com neoplasias (KIM et al., 2006).

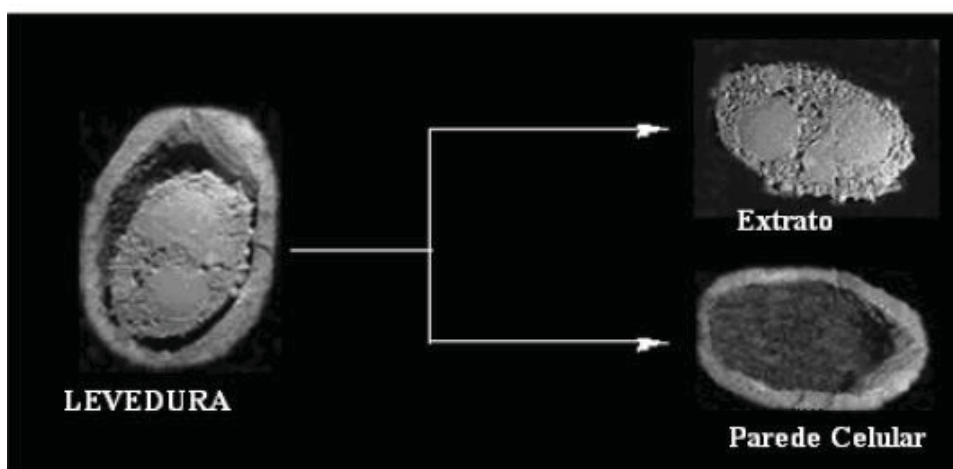
O Mananoligossacarídeo (MOS) é composto de proteínas com proporções relativamente altas de serina, treonina, ácido aspártico e glutâmico e uma pequena quantidade de metionina (SONG E LI, 2001). A fração MOS da parede celular de levedura (PCL) em que a manose é ligada por ligações alfa 1-6, 1-2 e 1-3 (BALLOU, 1977) pode ter um efeito prebiótico.

O MOS não é digerido pelo organismo animal e sendo assim é fermentada seletivamente no intestino grosso. As bactérias não desejáveis ao trato digestório se ligam aos MOS movendo-se com o bolo fecal e saindo pelas fezes (OYOFO et al., 1989; NEWMANN, 1994; GOMES, 2008; SWANSON et al., 2002).

2.3.3 Extrato de levedura

O extrato de levedura é um ingrediente classificado como proteico de origem microbiana, obtido da extração do conteúdo celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (ALLTECH, 2004; TESHIMA et al., 2007). É fabricado por meio de um processo de hidrólise enzimática conforme a figura 2 (TIBBETS, 2004; ALLTECH, 2004; TESHIMA et al., 2007). Podendo ser considerado como alimento funcional, ou seja, que pode trazer, além do aporte nutricional, algum benefício para saúde, neste caso podendo atuar como prebiótico (FEGAN, 2006).

FIGURA 2. OBTENÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA



FONTE: Alltech (2004).

Este ingrediente possui uma característica peculiar em relação aos outros ingredientes, apresenta, majoritariamente, peptídeos e aminoácidos livres, devido à hidrólise sofrida pela proteína no processo de fabricação, resultando em melhoras na digestibilidade da proteína. Pois os aminoácidos e peptídeos prontamente disponíveis são oferecidos na dieta (ALLTECH, 2003B).

A composição do extrato de levedura apresentado na tabela 3 analisada por Vilela et al. (2000b), mostra a composição química de células íntegras de levedura

Saccharomyces cerevisiae proveniente de cervejaria e de seus derivados, como o hidrolisado e extrato de levedura.

TABELA 3. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE CÉLULAS INTEGRAS DE LEVEDURA (CIL), HIDROLISADO DE LEVEDURA (HL), EXTRATO DE LEVEDURA DE CERVEJARIA (EL) E EXTRATO DE LEVEDURA DE CEPA ESPECÍFICA (ELCE).

Componente	Coprodutos			
	CIL	HL	EL	ELCE
Proteína (N x 5,8)	46,55	43,94	56,42	50,00*
RNA	5,70	7,90	6,90	5,40
Lipídeos totais	3,15	3,34	0,41	0,20
Fibra Solúvel	23,58	26,17	2,95	
Fibra Insolúvel	1,99	0,29	0,00	0,40
Cinzas	7,99	7,06	12,30	8,20

FONTE: Adaptado de Vilela et al. (2000b).

*N x 6,25

Quanto ao extrato etéreo, contém baixa concentração, conforme Campos Neto (1987), variando de acordo com o substrato utilizado, podendo representar de 0,9 a 1,6%, compreendendo aproximadamente proporções iguais de triglicerídeos e fosfolipídeos. Quanto aos minerais, a levedura apresenta teor relativamente elevado, com variação entre 9,8 e 14,4%, sendo o fósforo e o potássio os principais componentes desta fração.

O extrato de levedura constitui uma fonte de alta proteína e apresenta peptídeos e cerca de 40% de aminoácidos livres, 5 a 7% de nucleotídeos, oriundo da hidrólise da proteína durante o processo de fabricação, aliado a baixa fibra o que pode favorecer a digestibilidade da mesma (VILELA et al. 2000b). Sendo os aminoácidos glutâmico, aspártico, leucina, alanina e lisina encontrados em concentração mais elevadas (tabela 4) os quais contribuem para o uso do extrato de leveduras como flavorizante (DAWSON, 2002), e inositol (RUTZ et al., 2005).

TABELA 4. COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS DAS CÉLULAS DE LEVEDURA ÍNTEGRA (LI), DO AUTOLISADO (AT) E DO EXTRATO (EX).

Aminoácidos (mg/100mg proteína)	LI	AT	EX
Ácido aspártico	11,98	11,11	11,81
Treonina	6,16	5,84	5,19
Serina	6,13	6,44	5,57
Ácido glutâmico	13,15	12,53	13,4
Prolina	4,45	4,72	4,62
Glicina	4,93	4,99	5,14
Alanina	7,07	7,59	8,97
1/2 Cistina	0,84	0,9	1,3
Valina	6,2	5,87	6,76
Metionina	2,5	1,21	1,26
Isoleucina	5,64	4,87	5,69
Leucina	8,84	7,8	8,07
Tirosina	4,68	3,57	2,17
Fenilalanina	5,3	4,96	4,74
Lisina	7,13	9,54	8,58
Histidina	2,06	3,15	3,01
Arginina	4,11	2,4	1,01
Triptofano	1,45	1,55	1,31

FONTE: Alltech

Os nucleotídeos são precursores dos ácidos nucleicos DNA e RNA e podem aumentar a resistência imunológica, melhoram a integridade intestinal e a microbiota do trato gastrintestinal (NUNES et al., 2008). Dentre os efeitos dos nucleotídeos no sistema digestório, são verificados maior crescimento e maturação de enterócitos, aumento de proteína na mucosa, DNA e altura de vilosidade (CARVER & WALKER, 1995). Com isso, podem resultar em melhora da digestão e absorção de nutrientes.

2.4 LEVEDURAS UTILIZADAS NA ALIMENTAÇÃO

As leveduras utilizadas como fermentos, seja de pão, de cerveja e lácteos têm sido utilizados para outros fins alimentícios após sua inativação. A levedura é usada principalmente como ingrediente alimentar rica em proteínas, vitaminas e minerais, como base para temperos e alimentos industrializados. Geralmente a levedura é muito rica em vitaminas do complexo B (B1, B2, PP, B5, B6) e também contem ferro, zinco e selênio (STONE, 2006).

Dentre as espécies de levedura, a *Saccharomyces cerevisiae* é a mais conhecida e utilizada na nutrição animal. Ela é obtida a partir da fermentação da cana ou do melaço, no processo de produção do álcool (MIYADA 1987; ZANUTTO, et al. 1999).

O extrato de levedura pode ser empregado para melhorar o aroma de lanches, biscoitos, salgados, assim como, um ingrediente de alimentos para animais de estimação, cultivo de microrganismos e em alguns processos de fermentação. A melhoria no sabor deve-se ao conteúdo de ácidos nucléico rico em nucleotídeos. Os nucleotídeos acentuam os efeitos do ácido glutâmico utilizado para realçar os sabores (EURASYP, 2006).

É composto principalmente por aminoácidos, peptídeos, carboidratos e minerais. Basicamente, existem duas aplicações principais do extrato de levedura. A primeira conforme citado no parágrafo acima, e a segunda aplicação é como fonte de nitrogênio, vitaminas e outros fatores de crescimento para meios de cultivo (EURASYP, 2006).

2.5 UTILIZAÇÃO DE LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

As leveduras e seus coprodutos são utilizadas na nutrição de várias espécies de interesse zootécnico por conta da sua ação benéfica ao sistema gastrointestinal. Em aves e suínos a levedura já vem sendo utilizada como modulador da resposta imune, fonte de proteínas e promotor de crescimento.

Em matrizes suínas suplementadas com MOS observou-se melhor desempenho dos leitões devido ao aumento das concentrações de imunoglobulinas colostrais das matrizes (FRANKLIN, et al. 2005). Kim (2000) observou que a

suplementação com MOS melhorou o ganho de peso em suínos com 21 dias de vida e consumo de ração independentemente do nível de proteína.

O efeito da levedura sobre a produção de aves comerciais vem sendo relatado há vários anos (HAYAT et al., 1993; BRADLEY E SAVAGE, 1995; STANLEY et al., 2004; ZHANG et al., 2005). No entanto, o modo de ação dos coprodutos de levedura nestes animais ainda não está bem explicado. Diversos autores relatam a atuação benéfica de MOS sobre a microbiota intestinal (OFEK et al., 1977; SPRING et al., 2000; FAIRCHILD et al., 2001; FERNANDEZ et al., 2002; BAURHOO et al., 2007a).

Alguns estudos em frangos de corte não verificaram aumento no consumo de ração (LATRILLE, et al. 1976; OLIVEIRA, et al.1998; SAMANTA e MONDAL, 1988). Já outros estudos verificaram maior consumo de dietas contendo extrato de leveduras associada à prebiótico (SILVA E SILVA et al., 2009).

Em frangos, aparede de *S. cerevisiae* foi utilizado como alternativa aos antibióticos, por possuírem atividade imuno-moduladora, sendo usado para a promoção do crescimento e aumento da resistência a doença (SANTOS, et al., 2007). Alguns produtos a base de MOS são utilizados desde 1993 como suplemento para frangos de corte (HOOGE et al., 2004). Alguns estudos mais recentes mostram melhorias no desempenho, ganho de peso, conversão alimentar, transformação linfocitária e redução da taxa de mortalidade (MACARI E MAIORKA, 2000; DAVIS et al., 2002; GRIGOLETTI et al., 2002; HOOGE et al., 2004; WHITE et al., 2002).

Além disso, Shashidhara e Devegowda (2003) relataram melhora na eclodibilidade dos ovos de matrizes de frango de corte suplementadas com MOS e Dimovelis et al. (2004) e Gracia et al. (2004) observaram melhora na produção e qualidade de ovo em aves de postura tratadas com MOS. Já Martínez et al. (2010) não observaram estes benefícios.

Em frango de corte, estudos mostram que utilizando de 5% a 15% de levedura integra houve uma piora no desempenho dos frangos, associado à menor digestibilidade da parede celular, que reduz a biodisponibilidade dos nutrientes.

Avaliando o efeito da utilização de um extrato de levedura (NuPro®) sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte, Rutz et al. (2006) verificaram melhora no desempenho ao fornecer extrato de levedura. Devido ao aumento da relação vilosidade:cripta, propiciado por ação de nucleotídeos presentes no extrato de leveduras, favorecendo o aumento da capacidade de digestão e

absorção de nutrientes. O inositol (Vitamina B7), composto presente nas leveduras, também pode ter contribuído para o aumento do peso corporal, pois este é um promotor natural do crescimento e também age na permeabilidade seletiva e na regulação de receptores hormonais situados na superfície celular (MCDOWELL, 1989).

Outra possível alteração microbiana provocada pelo uso de oligossacarídeos, é a ação seletiva, ou não, através da diminuição do pH causado pelo aumento de ácidos graxos de cadeia curta no ceco (CHOI et al., 1994; JUSKIEWICZ et al., 2004). A diminuição do pH reduz a habilidade de patógenos entéricos de colonizar o intestino, pois o crescimento de organismos oportunistas, incluindo *E. coli* e salmonelas, é favorecido pelo pH neutro, enquanto valores menores favorecem o crescimento de bactérias residentes, incluindo lactobacilos (MATHEW et al., 1998).

A confirmação dos efeitos da parede celular de levedura nas crescentes concentrações da microbiota benéfica ou na redução de bactérias patogênicas foi relatada por diversos autores (SANTIN et al., 2003; STANLEY et al., 2004; BAURHOO et al., 2007b; BAURHOO et al., 2009). No entanto, esses efeitos não foram verificados em outros estudos (MATHEW et al., 1998; WHITE et al., 2002; VAN HEUGTEN et al., 2003).

Em Tilápia-do-nilo foi observado aumento no consumo de dieta contendo levedura autolisada (PEZZATO et al., 2006). Em suínos, porém, quando utilizado extratos de leveduras em rações na fase de crescimento, observou-se aumento do consumo de ração, que se deu devido a presença de glutamato e ácidos nucléicos encontrados nestes extratos (SPRING et al., 2003).

Houve efeito da levedura também na umidade das excretas em frangos no qual a inclusão de 20% de levedura seca nas dietas resultou em aspecto pegajoso às fezes (LATRILLE et al., 1976) e utilizando diferentes níveis (0-30%) de levedura seca de álcool de cana-de-açúcar houve um aumento na umidade das excretas com aumentou o nível de levedura na dieta (TAMBURO et al., 1982).

Com alevinos de Tilápia do Nilo, utilizando levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular de levedura, foi observado que todos eles se mostraram como alimento funcional, melhorando a conversão alimentar dos peixes (PEZZATO et al., 2006). Já a digestibilidade foi maior quanto utilizado levedura autolisada na dieta de Tilápia-do-nilo, no qual o processo de autólise expõem melhor os nutrientes

e oferecem maior parte dos aminoácidos essenciais e não essenciais, aumentando assim a digestibilidade de dietas utilizando levedura autolizada (HISANO et al., 2008).

Por essa grande variação de resultados, é importante estudar o derivado de levedura a ser utilizado e estabelecer um nível ótimo para sua utilização na nutrição animal.

2.5.1 Levedura na nutrição de cães

Na nutrição de cães, a levedura ainda é pouco estudada, mais vem sendo utilizada como realçador de sabor, fonte de nutrientes como proteína, vitaminas do complexo B, enzimas, ácidos graxos de cadeia curta e minerais quelatados (BUTOLO, 1997), que auxiliam na melhoria da textura do alimento, da digestibilidade da dieta, saúde intestinal e auxílio na imunidade do animal (SWANSON E FAHEY, 2006).

A parede celular da levedura é um substrato moderadamente fermentável contendo uma mistura de carboidratos e proteínas, que estimulam a função imunológica e modificam a microbiota intestinal benéfica *in vitro* ou em cães adultos saudáveis (HUSSEIN E HEALY, 2001; VICKERS et al., 2001; SWANSON et al., 2002B; 2002C; MIDDELBOS et al., 2007a; 2007b).

A alteração da microbiota também foi observada em diversos estudos. Strickling et al. (1999) avaliaram os efeitos da adição de oligossacarídeos a dietas extrusadas na digestibilidade de nutrientes e populações microbianas fecais de cães adultos canulados no íleo. Os autores relataram que, quando suplementados com MOS, observou-se declínio de *C. Perfringens*. Grieshop et al. (2004) estudaram os efeitos de tratamentos com oligossacarídeos incorporados em dietas extrusadas em populações microbianas intestinais de cães adultos saudáveis e encontraram maiores concentrações de bifidobactérias fecais em cães alimentados com MOS.

Utilizando parede celular de levedura como prebiótico em dietas para cães, Gomes (2009) observou aumento linear na produção de fezes por quilograma de peso corporal por dia e maior retenção de água no bolo fecal. Corroborando com outro estudo que observou piora no escore fecal, resultando significativo aumento no volume excretado, que prejudicou a qualidade das fezes dos cães, uma vez que

estas tornaram-se enegrecidas, amolecidas e com mais água (TESHIMA et al., 2007).

Middelbos et al. (2007b) avaliaram os efeitos da suplementação de parede celular de levedura na digestibilidade de nutrientes, índices imunológicos e populações microbianas em cães adultos canulados no íleo. Observaram que a suplementação de parede celular de levedura tendeu a aumentar as concentrações de lactobacilos fecais, porém, não alteraram significativamente as concentrações de bifidobactérias fecais.

Foi observado também redução de aminas fecais como tiramina, histamina, feniletilamina e triptamina nas fezes dos cães com a adição de parede celular de levedura à dieta (GOMES, 2009). Pois os carboidratos fermentáveis podem diminuir a concentração de compostos putrefativos por fornecerem à microbiota intestinal fonte extra de energia (CUMMINGS et al., 1979).

Havendo também benefício a saúde intestinal dos cães, pois a suplementação de MOS, componente da parede celular da levedura, diminuiu o pH fecal, excreção de amônia fecal, matéria seca aparente, proteína bruta e nitrogênio livre (ZENTEK et al., 2002). Porém resultados conflitantes foram observados, outro estudo obteve efeito contrário, no qual a adição de parede celular de levedura proporcionar aumento linear no pH das fezes, o qual foi relacionado a rápida absorção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no cólon (SWANSON, et al. 2002; GOMES, 2009).

No sistema imune, houve aumento das populações de linfócitos T e linfócitos B e melhora na resposta imune dos cães, que foram decorrentes do estímulo causado pela presença de parede celular de levedura no lúmen intestinal (GOMES, 2009, VOGT, 2005; BALLOU, 1970). A suplementação de parede celular de levedura também pode atuar sobre vários parâmetros do sistema imune, conforme observado por Swanson et al. (2002) em cães. Os autores encontraram aumento na concentração sérica de IgA, na porcentagem de linfócitos sanguíneos e nas populações de células CD5+ e CD21+.

Um dos efeitos observados com a suplementação do extrato de levedura é o aumento na palatabilidade da ração para cães. Devido ao seu elevado conteúdo em ácido glutâmico, que pode sensibilizar as papilas gustativas linguais, ligando-os aos receptores umami. Esta ligação pode potencializar a percepção de sabor dos demais receptores gustativos, o que aumenta a palatabilidade do alimento (TESHIMA et al.,

2007). A característica sabor de muitos alimentos é reproduzido por vários fatores, sendo uma mistura de aminoácidos, substâncias umami e sais em proporção apropriada.

Mas a utilização de levedura nas dietas, bem como os estudos em animais de companhia ainda são poucos. Apesar dos benefícios citados da utilização de levedura na nutrição animal, seu uso com cães ainda é pouco estudado e controverso, principalmente a utilização da *S. cerevisiae*, o que ressalta a importância do desenvolvimento de novos estudos para comprovar seus efeitos na alimentação de animais de companhia.

Há poucos dados e estudos referentes ao uso do extrato de levedura na alimentação de cães, não sendo possível com base neles estimar a quantidade ideal para ser utilizada e obter os resultados esperados relatados na literatura. A realização da presente proposta irá avaliar esses efeitos propostos pela literatura na alimentação de cães em quantidades que possam ser usuais em rações comerciais.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por melhor qualidade de vida e longevidade dos cães é uma das principais preocupações dos proprietários, com isso a indústria encontra-se em constante busca de alimentos que proporcionam este benefício ao animal.

O uso da levedura e de seus coprodutos não somente contribuem para o desenvolvimento e integridade intestinal, como fornece nutrientes e são atrativos para os cães, e vem sendo cada vez mais pesquisados. Neste sentido o extrato de levedura é um dos aliados na nutrição de cães, pois pode atuar como palatabilizante, auxiliando também nas características fecais, sendo a levedura uma boa opção para compor a dieta de cães.

Porém, mais estudos são necessários para estabelecer os mecanismos de ação e quais os componentes da levedura são interessantes, além de verificar em quais doses eles promovem uma melhor resposta para aumentar a longevidade e bem estar em cães.

4.REFERÊNCIAS

AMMERMAN, C. B.; MILLER, S. M. Selenium in Ruminant Nutrition: A Review. **Journal of Dairy Science**, v.8, n.10, p. 1561-1577, 1974.

AMORIM, H. V.; LOPES, M. L. Tecnologia sobre processamento de leveduras vivas, inativas e seus derivados: conceitos básicos. *In: Anais do I Congresso Internacional sobre uso da levedura na alimentação animal*, CBNA, Campinas, p. 5-20, 2009.

APOLÔNIO, L.R.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; SOUZA, A.V.C.; SILVA, F.C.O.; BÜNZEN, S. **Digestibilidade ileal de aminoácidos de alguns alimentos, determinada pela técnica da cânula T simples com suínos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.3, p.605-614, 2003.

AQUINO, A. A., SAAD, F. M. O. B., SANTOS, J. P. F., ALVES, M. P., FERRAZA, R. A., & MIRANDA, M. C. M. G. (2010). Effects of spray-dried yeast cell wall on digestibility, score of feces, and palatability of diets for cats. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 62(3), 622-630.

ASSIS, E. M. Componentes da parede celular de leveduras: proteínas e polissacarídeos de interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos. *In: Workshop – Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal*, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL – instituto de tecnologia de alimentos, 1996. p.41-51.

Association of American Feed Control Officials – AAFCO. Dog and cat nutrient profiles. **Official Publications of the Association of American Feed Control Officials Incorporated**. AAFCO, Oxford, IN, USA, 2004.

Association of the Official Analytical Chemists, AOAC. **Official and tentative Methods of analysis**, 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA, 1995.

BALLOU, C. E. A study of the immunochemistry of three yeast mannans. **Journal of Biological Chemistry**, Illinois, n. 245, p. 1197-1203, 1977.

BARBALHO, R.L.C. **Suplementação de levedura hidrolisada (Hidrolises®) nas dietas de frangos de corte**. 2009. (Dissertação de mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP., Pirassununga – SP, 2009.

BASSON, M. D.; SGAMBATI, S. A. Effects of short-chain fatty acids on human rectosigmoid mucosal colonocyte brush-border enzymes. **Metabolism**, Amsterdam, v. 47, n. 2, p. 133-134, 1998.

BAURHOO, B.; GODFLUS, F.; ZHAO, X. **Purified cell wall of *saccharomyces cerevisiae* increases protection against intestinal pathogens in**

broiler chickens. Internacional Journal of Poultry Science, v.8, n.3, p.133-137, 2009.

BAURHOO, B.; PHILLIP, L.; RUIZ-FERIA, C.A. **Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens.** Poultry Science, v.86, n.6, p-1070-1078, 2007.

BOLDUAN, G. Feeding weaner pigs without in feed antibiotics. In: **Biotechnology in the feed industry.** Nottingham: University Press, Nottingham, 1999. p. 223-230.

BOURGEOIS, C. M. y LARPENT, J. P. Microbiologia Alimentar. Volumen 2: Fermentaciones alimentarias. Zaragoza: Acribia, p. 19-29. 1995.

BRADLEY, G.T.; SAVAGE, T.F. **Enhance utilization of dietary calcium, phosphorus, nitrogen and metabolizable energy in poults feed diet containing a yeast culture.** Poultry Science, v.73, p.124-127, 1994.

BROWN, G.D.; GORDON, S. Immune recognition: A new receptor for β -glucans. **Nature**, v. 413, n. 36-37, 2001.

BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M.; ZANOTTO, D.L.; KLEIN, C.H. **Composição nutritiva de ingredientes para rações de aves.** (C.T.): Embrapa Suínos e Aves, 1999. p.1-4.

BUTOLO, E.A.F.; NOBRE, P.T.C.; BUTOLO, J.E. Determinação do valor energético e nutritivo da levedura de cana-de-açúcar e de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1997. p. 11.

BUTOLO, J. E. Uso de biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras fontes de nutrientes. In: "WORKSHOP" – PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p.70-89.

BUTOLO, J.E. Avaliação biológica da levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte, fase inicial e engorda, substituindo-se total e parcialmente a suplementação de vitaminas do complexo B, presentes na levedura de cana. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA DE CANA, 2, 1991, Piracicaba. Anais do Seminário de Produção e Comercialização de Levedura de Cana. Piracicaba, SP: CTC, 1991. p.47

CARCIOFI, A.C., Emprego das fibras na alimentos para cães e gatos. Campinas, SP, 2005. In: Simpósio sobre nutrição de animais de estimação, 2005. **Anais...** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, pág. 95 -108, 2005.

CARVER, J. D.; WALKER, W. A. The role of nucleotides in human nutrition. **Nutritional Biochemistry**, New York, v. 6, p. 58-72, 1995.

CASTILHO, W. et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte de proteína em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgão digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, v. 12, n. 1, p. 12-20, 2004.

CASTILHO, W. et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte de proteína em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgão digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, v. 12, n. 1, p. 12-20, 2004.

CHEN, X; ZHANG, L.; CHEUNG, P.C.K. Immunopotential and anti-tumor activity of carboxymethylated-sulfated β -(1,3)-d-glucan from *Poria cocos* **International Immunopharmacology**.

CHOI, K.H.; NAMKUNG, H.; PAIK, I.K. Effects of dietary fructooligosaccharides on the suppression of intestinal colonization of *Salmonella typhimurium* in broiler chickens.

CROSS, G.G. et al. Immunostimulant oxidized β -glucan conjugates. **International immunopharmacology**, v.1, n.1, p. 539–550, 2001.

CUMMINGS, J.H., MACFARLANE, G.T., 1991. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *J. Appl. Bacteriol.* 70, 443±459.

DAVIS ME, Maxwell CV, Brown DC, Rodas BZ, Johnson ZB, Kegley EB, Hellwig DH, Dvorak RA. Effect of dietary mannan oligosaccharides and(or) pharmacological additions of copper sulfate on growth performance and immunocompetence of weanling and growing/finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 2002; 80:2887-94.

DAVIS, S.; BURNS, R. G. **Decolorization of Phenolic Effluents by Soluble and Immobilized Phenol Oxidases**. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1990. V. 32, p. 721-726.

EURASYP - European Association for Specialty Yeast Products. Apostila 23 p., 2006.

FAIRCHILD, A.S.; GRIMES, J.L.; TONES, F.T. et al. **Effects of hen age, Bio-Mos®, and flavomycin on poult susceptibility to oral Escherichia coli challenge**. *Poultry Science*, v.80, n.5, p.562-571, 2001.

FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N. Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces* sp.), seca por rolo rotativo ou por “spray-dry”, para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1750-1753, 2000.

FELIX, A.P., OLIVEIRA, S.G., MAIORKA, A. Fatores que interferem no consumo de alimentos em cães e gatos. In: Vieira, S. Consumo e preferência

alimentar de animais domésticos. 1ed. Phytobiotics Brasil: Londrina. Cap. 3. p. 162-199, 2010.

FERKET, P.R. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations. In: International Feed Industry Symposium, 20th, 2004, Lexington. **Proceedings**... Lexington: Alltech, 2004. p.54-67.

FERNANDEZ, J. CRESPO, N. New advances in the application of probiotics. **International Pig Topics**, Mount Morris, v. 18, n.7, p. 11-13, 2003.

FERRACINI-SANTOS, Luciana and SATO, Hélia Harumi. Isolamento de polímeros da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* e avaliação da atividade antioxidante da manana-proteína isolada. *Quím. Nova* [online]. 2009, vol.32, n.2, pp.322-326. ISSN 0100-4042.

FRANKLIN ST, Newman MC, Newman KE, Meek KI. Immune parameters of dry cows fed mannan oligosaccharide and subsequent transfer of immunity to calves. *J. Dairy Sci.* 2005; 88:766-75.

GENEROSO, R. A. R.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T.; BRUMANO, G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.

GOMES, M.O.S. Efeito da adição de parede celular de levedura sobre a digestibilidade, microbiota, ácidos graxos de cadeia curta e aminas fecais e parâmetros hematológicos e imunológicos de cães. **Tese** mestrado Jaboticabal, 2009 79 f.: il.

GRANGEIRO, M. G. A.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; ESPÍNDOLA, G. B.; SOUZA, F. M. Inclusão de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30,n.3, p. 766 – 773, 2001.

GRIFFIN, R.W. Palatability testing: parameters and analysis that influence test conclusions. In: Kvamme, J.L., Phillips, T.D. (Eds.), **Petfood Technology**. Watt Publishing, Mt. Morris, p.187 -193, 2003.

GRIGOLETTI, C. FRANCO, S. G.; FLEMMING, J. S.; FEDALTO, L. M.; BACILA, M. *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, v.7, n.2, p.151-157, 2002.

HALÁSZ, A., LÁSZTITY, R. **Use of yeast biomass in food production**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 312p.

HISANO, H; SAMPAIO, FG; BARROS, MM; PEZZATO, LE, 2008: Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura integral, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-nilo. *Ciência Animal Brasileira* 9, 43–49.

HOOGE DM. Broiler chicken performance may improve with MOS. *Feedstuffs*. 2003;75(1). In: Spearman KR. Effect of mannan oligosaccharide (mos) supplementation on the immune status of mares and their foals. [tese]. Flórida: Universidade da Flórida, 2004, 62p. Doutorado em ciências.

HOOGE, D. M., M. D. SIMS, A. E. SEFTON, A. CONNOLLY, AND P. S. SPRING. 2003. Effect of dietary mannan oligosaccharide, with or without bacitracin or virginiamycin, on live performance of broiler chickens at relatively high stocking density on new litter. *J. Appl. Poult. Res.* 12:461–467.

HUME, I.D. Fermentation in the hindgut of mammals. In: MACKIE, R.I.; WHITE, B.A. **Gastrointestinal microbiology**. New York: Chapman & Hall, 1997. cap. 4, p. 84-115.

HUNTER Jr., K.W.; GAULT, R.A.; BERNER, M.D. Preparation of microparticulate betaglucan from *Saccharomyces cerevisiae* for use in immune potentiation. **Letters in applied microbiology**, Reno, v. 35, n.1, p. 267-271, 2002.

HUSSEIN, H.S.; FLICKINGER, E.A.; FAHEY, G.C.Jr. Petfood Applications of Inulin and Oligofructose. **Journal of Nutrition**, v.129, p.1454-1456, 1999.

HUSSEIN, S.H.; SUNVOLD, G.D. Dietary strategies to decrease dog and cat fecal odor components. In: REINHART, G.A., CAREY, D.P. Recent advances in canine and feline nutrition, Wilmington: Orange Frazer Press, 2000, v.3, p.153-168.

KIM JD, Hyun Y, Sohn KS, Kim TJ, Woo HJ, Han IK. Effects of mannan oligosaccharide and protein levels on growth performance and immune status in pigs weaned at 21 days of age. *J. Anim. Sci.* 2000; 42(4):489-98.

KIM, H.W. et al. Dietary lutein stimulates immune response in dogs. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 74, p.315-327, 2000.

KIM, S.Y. et al. Biomedical Issues of Dietary fiber Beta-Glucan. **Journal of Korean medical science**, v. 21, n. 1, p. 781-789, 2006.

KOGAN, G.; KOCHER A. Role of yeast cell wall polysaccharides in pig nutrition and health protection. **Livestock Science**, v. 109 , n.1-3, p. 161-165, 2007.

LATRILLE, L. L. RIQUELM,C.G.; MATEROLA, H.B.; POLAMINOS S.M. Evaluation de dos tipos de leveduras como fuente proteica para raciones de pollos em crecimiento. **Avance en producion Animal**, Casila, v. 1, p. 45-51, 1996.

LATRILLE, L.L., RIQUELM, G.C., MANTEROLA, H.B. et al. 1976. Evaluación de dos tipos de leveduras (*Torula utilis* y *Saccaromyces cerevisiae* sp), como fuente proteica para raiciones de pollos em crescimento. *Avances en Producción Animal*, (1):45-51

LIMA, L.M.S. **Extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para gatos adultos**.Dissertação de mestrado Lavras: UFLA, p. 87, 2008.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: Conferencia APINCO 2000 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas- SP. Anais... Campinas: FACTA – Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia Avícola, 2000, p.162-174.

MANTOVANI, M.S. et al. Beta-Glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer. **Mutation research**, v. 658 , n. 3, p. 154-161, 2008.

MARTINEZ I, WALLACE G, ZHANG C, LEGGE R, BENSON AK, CARR TP, MORIYAMA EN & WALTER J (2009) Diet-induced metabolic improvements in a hamster model of hypercholesterolemia are strongly linked to alterations of the gut microbiota. *Appl Environ Microbiol* 75: 4175–4184.

MARTINS, M. S.; SAKOMURA, N. K.; D. F. SOUZA, D. F.; FILHO, F. O. R.; GOMES, M. O. S.; VASCONCELLOS, R. S.; A. C. CARCIOFI, A. C. Brewer's yeast and sugarcane yeast as protein sources for dogs. **Journal of Animal Physiology Animal Nutrition**, v.98, p.948-957, 2014.

MATHEW, A.G.; A.G., MATHEW; SUTTON, A.L.; SCHEIDT, A.B.; PATTERSON, J.A., KELLY D.T.; MEYERHOLTZ K. A. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 6, p. 1503-1509, 1993.

McDOWELL, L.R. Vitamins in animal nutrition. San Diego, USA:. Academic Press Inc., 1989. p.486.

MEDZHITOV, R.; JANEWAY Jr., C. Innate immunity, **The New England Journal of Medicine**, v. 343, n. 5, p. 338–344, 2000.

MIDDELBOS, I.S.; GODOY, M.R.; FASTINGER, N.D.; FAHEY, G.C.Jr. A dose-response evaluation of spray-dried yeast cell wall supplementation of diets fed to adult dogs: Effects on nutrient digestibility, immune indices, and fecal microbial populations. **Journal of Animal Science**, v.85, p.3022–3032, 2007.

MIYADA, V.S., Lavorenti, A. e Packer, I.U. A levedura seca como ingrediente de rações fareladas ou peletizadas de leitões na fase inicial. *Rev. Soc. Brasil. Zoot.* 21(3):439-46, 1992.

MOREIRA, I. et al. Uso da levedura seca por “spray-dry” como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. *Revista. Brasileira. Zootecnia.*, v.31, p.962-969, 2002.

NORTHCOTE, D. H., AND R. W. HORNE. 1952. The chemical composition and structure of yeast cell wall. *Biochem. J.* 51:232–236.

NRC. 2006. Nutrient requirements of dogs and cats. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

NUNES, J. K.; MAIER, J. C.; ROSSI, P.; DALLMANN, P. R.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. SILVA, J. G. C. Suplementação de extrato de levedura na dieta de

poedeiras comerciais: Desempenho produtivo. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.2, p.357- 364. 2008.

O'QUINN PR, Funderburke DW, Tibbetts GW. Effects of dietary supplementation with mannanoligosaccharides on sow and litter performance in a commercial production system. *J. Anim. Sci.*2001; 79(1).

O'SULLIVAN, M. G. Metabolism of bifigogenic factors by gut flora. **Bulletin of the international Dairy Federation**, Brussels, v. 313, p. 23-30, 1996.

OFEK, I., D. MIRELMAN, AND N. SHARON. 1977. Adherence of *Escherichia coli* to human mucosal cells mediated by mannose receptors. *Nature* 265:623-625.

OLIVEIRA, P.B., GARCIA, E.R.M., OVIEDO R.E.O. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da levedura de recuperação nas rações, sobre o desempenho de frangos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998.

OYOFO, B. A.; NORMAN, J. O ; MOLLENHAUER, C. Prevention of *Salmonella thiphimurium* colonization of broilers with D-mannose. **Poultry Science**, Champaign, n. 68, p.1357 -1360, 1989.

PACHECO, M.T.B. Levedura como fonte de proteína: Extração, isolamento, propriedades nutritivas e funcionais. In: Workshop – Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p.5-14.

PELCZAR JR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. 524p.

PERDOMO, M.C.; VARGAS, R.E.; CAMPOS J.G. Valor nutritivo de la levedura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) y de SUS derivados, extracto y parede celular, em la alimentación aviar. **Archivo Latinoamericano de Produccion Animal**, v.12, n.3, p.89-95, 2004.

PEREIRA, E.S. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilho: consumo, digestibilidade, balanço, nitrogenado e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira Zootecnia*, 20(2):563-572, 2001.

PEZZATO, L.E. et al. Levedura em dietas para alevinos de tilápias do Nilo. **Veterinária e Zootecnia**V.13, n.1, p.84-94, 2006.

PROSKY, L; et al. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. **Journal Association of Official Analytical Chemists**, Gaithersburg, v. 71, n. 5, p. 1017-1023, 1988.

ROCHA, A.P.T. Estudo do desempenho de um leite de jorro convencional para secagem de leveduras. 2002. **Dissertação** – Universidade Federal de Campina Grande, 2002.

ROCHA, A.P.T.; ALSINA, O.L.S.; SILVA, V.S.; SILVA, F.L.H. Cinética da produção de levedura seca em leite de jorro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.81-86, 2008.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** (composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: UFV, 2011. 186p
RUIZ-HERRERA, J. **Fungal Cell Wall: Structure, Synthesis, and Assembly**. Boca Raton, EUA: CRC Press, 1992.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; RECH, J.L. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 4, p. 349355, 2006.

RYCROFT, C. E.; et al. A comparative *in vitro* evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. **Journal of Applied Microbiology**, London, v. 91, p. 878-887, 2001.

SAKO, T.; MATSUMOTO, K.; TANAKA, R.; Recent progress on research and application of non-digestible galacto-oligosaccharides. **International Dairy Journal**, Barking, v. 9, n. 1, p. 69-80, 1999.

SAMANTA, G., MONDAL, L. 1988. Feeding value of industrial yeast by-product in broiler diets. *Ind. J. Poult. Sci.*, 23(1):99-100.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 10, p. 236-244, 2001.

SANTOS FS, Donoghue AM, Farnell MB, Huff GR, Huff WE, Donoghue DJ. Gastrointestinal maturation is accelerated in turkey poultlets supplemented with a mannan-oligosaccharide yeast extract (alphanune). *Poultry Science*. 2007;86:921-30.

SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; OLIVEIRA, P.B.; FARIA, H.G.; PEDRO, M.R.S.; MACHADO, R.M. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com levedura de recuperação (*Saccharomyces ssp.*) seca pelo método spray-dry. **Revista UNIMAR**, v.19, n.3, p.913-921, 1997.

SHASHIDHARA, R.G.; DEVEGOWDA, G. Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide on Broiler Breeder Production Traits and Immunity. **Poultry Science**, v. 82, p. 1319–1325, 2003.

SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; LOPES, I. R. V.; LIMA, R. C.; BEZERRA, R. M. Composição química e valores de energia metabolizável de coprodutos agroindustriais determinados em diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.3, p.269-275, 2008a.

SILVA, V.K.; AMOROSO, L.; FUKAYAMA, E.H.; DOURADO, L.R.B.; MORAES, V.M.B. Digestibilidade do extrato de levedura em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1969-1973, 2009a.

SPRING P, WENK C, DAWSON KA, NEWMAN KE. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science*. 2000;79:205-11.

STANLEY, V. G., C. GRAY, M. DALEY, W. F. KRUEGER, AND A. E. SEFTON. 2004. An alternative to antibiotic-based drugs in feed for enhancing performance of broilers grown on *Eimeriaspp.*- infected litter. *Poult. Sci.* 83:39–44.

STEINHARDT JR., R.G.; CALVIN, A.D.; DODD, E.A. Taste-structure correlation with alpha-D-mannose and beta-D-mannose. *Science*, v.135, p.367-368, 1962.

STONE, C.W.; MILLS, D.V. **Yeast products in the feed industry: a practical guide for feed professionals**. 2007.

STRICKLING, J. A., D. L. HARMON, K. A. DAWSON, AND K. L. GROSS. 2000. Evaluation of oligosaccharide addition to dog diets: Influences on nutrient digestion and microbial populations. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86:205–219. doi:10.1016/S0377-8401(00)00175-9

SWANSON KS, Grieshop CM, Flickinger EA, Bauer LL, Healy HP, Dawson KA, et al. Supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides influence immune function, ileal and total tract nutrient digestibilities, microbial populations and concentrations of protein catabolites in the large bowel of dogs. *J. Nutr.* 2002; 132(5):980-9.

TAMBURO, M.E., GINTERS, K.M., LUCHESE, L. et al. Efeito da adição de diferentes níveis de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de álcool de cana-de-açúcar, sobre a umidade das excretas de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19, 1982, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba, SP: SBZ, 1982. p.26

TESHIMA, E.; RIVERA, N. L. M.; KAWAUCHI, I. M.; et al. Extrato de levedura na alimentação de cães: digestibilidade e palatabilidade. 44O Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. UNESP, Jaboticabal, In: CD-rom, 24 a 27 de julho de 2007.

TLASKALOVÁ-HOGENOVÁ, H. et al. Mucosal immunity: its role in defense and allergy. **International archives of allergy and immunology**, v. 128, n. 2, p. 77-89, 2002.

VAN HEUGTEN, E., D. W. FUNDERBURKE, AND K. L. DORTON. 2003. Growth performance, nutrient digestibility, and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. *J. Anim. Sci.* 81:1004–1012.

VICKERS, R.J.; SUNVOLD, G.D., KELLEY, R.L., REINHART, G.A. Comparison of fermentation of selected fructooligosaccharides and other fiber substrates by canine colonic microflora. **American Journal of Veterinary Research**, v.62, p.609–615, 2001.

WHITE LA, Newman MC, Cromwell GL, Lindemann MD. Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs. J. Anim. Sci. 2002; 80(10):2619-28.

YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C.C.; SGARBIERI, V.C. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p.423-432, 2003.

ZANUTTO, C.A.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A.E. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces sp.*), seca por rolo rotativo ou por spray-dry, na alimentação de leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.21, n.3, p.705-710, 1999.

ZDUNCZYK, Z., J. JUSKIEWICZ, J. JANKOWSKI, E. BIEDRZYCKA, AND A. KONCICKI. 2005. Metabolic response of the gastrointestinal tract of turkey to diets with different levels of mannan-oligosaccharide. Poult. Sci. 84:903–909.

ZENTEK J, Marquart B, Pietrzak T. Intestinal effects of mannanoligosaccharides, transgalactooligosaccharides, lactose and lactulose in dogs. J. Nutr. 2002; 132(6):1682S-84S.

CAPÍTULO II – EFEITOS DO EXTRATO DE LEVEDURA SOBRE A PALATABILIDADE E DIGESTIBILIDADE DA DIETA E PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO INTESTINAL EM CÃES.

RESUMO

O extrato de leveduras possui composição rica em diversos nutrientes, como, proteínas, ácidos nucleicos, vitaminas do complexo B e enzimas, podendo contribuir com a saúde intestinal dos cães. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação do extrato de leveduras sobre a digestibilidade, palatabilidade da dieta e características fecais de cães. Foram utilizados 16 cães adultos da raça Beagle, distribuídos inteiramente ao acaso em duas dietas contendo 0% e 2% de extrato de leveduras (n=8). Os cães consumiram as dietas por 25 dias de adaptação, seguidos por 5 dias de coleta total de fezes. Foram avaliadas a digestibilidade e a palatabilidade das dietas e os ácidos graxos de cadeia curta, pH, amônia, escore (1= líquido a 5 =secas), matéria seca (MS) e produção fecal. A inclusão de 2% do extrato de leveduras resultou em redução na digestibilidade da proteína e aumento no escore e no ácido acético fecal dos cães ($P<0,05$). Houve redução na razão de ingestão da dieta com 2% de extrato de leveduras ($P<0,05$). A inclusão de 2% de extrato de levedura proporcionou melhoria na consistência fecal e aumento no ácido acético. Entretanto, reduziu a digestibilidade aparente da proteína e a palatabilidade da dieta.

Palavras-chave: Ácidos graxos de cadeia curta, escore fecal, prebiótico.

EFFECTS OF YEAST EXTRACT ON THE PALATABILITY AND DIGESTIBILITY OF DIET AND INTESTINAL FERMENTATION PRODUCTS IN DOGS

ABSTRACT

The yeast extract has a rich composition in several nutrients, such as proteins, nucleic acids, B vitamins and enzymes, and can contribute to the intestinal health of dogs. The objective of this study was to evaluate the effects of yeast extract supplementation on digestibility, diet palatability and fecal characteristics of dogs. Sixteen Beagle adult dogs were used, randomly distributed in two diets containing 0% and 2% of yeast extract ($n = 8$). The dogs consumed the diets for 25 days of adaptation, followed by 5 days of total collection of feces. The digestibility and palatability of diets and short chain fatty acids, pH, ammonia, score (1 = liquid at 5 = dry), dry matter (DM) and fecal production were evaluated. The inclusion of 2% of the yeast extract resulted in a reduction in the digestibility of the protein and an increase in the fecal acetic acid and score of the dogs ($P < 0.05$). There was a reduction in the dietary intake ratio with 2% of yeast extract ($P < 0.05$). The inclusion of 2% of yeast extract provided improvement in fecal consistency and increase in acetic acid. However, it reduced the apparent digestibility of the protein and the palatability of the diet.

Key words: Fatty acids, fecal score, prebiotic.

1. INTRODUÇÃO

As leveduras são microrganismos unicelulares pertencentes ao grupo dos fungos. Esses microrganismos possuem elevada velocidade de crescimento, característica que possibilita seu cultivo em diversos tipos de substratos. Se nutrem basicamente de carboidratos, transformando-os em proteínas e vitaminas do complexo B (ROCHA, 2002).

Dentre as espécies de leveduras, a *Saccharomyces cerevisiae* é a mais conhecida e utilizada na nutrição animal. As leveduras são fontes de proteína, vitaminas do complexo B, enzimas, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e minerais quelatados (BUTOLO, 1997). Sua utilização vem sendo avaliada na dieta de diferentes espécies animais, incluindo bovinos, cães, gatos, peixes, suínos e frangos de corte (PEREIRA, 2001; MOREIRA et al. 2002; CASTILHO, 2004; PEZZATO, 2006).

Alguns coprodutos de levedura, como o extrato, têm sido estudados na nutrição de cães (LIMA, 2008). Porém, não há informações suficientes sobre o efeito da inclusão do extrato de levedura sobre a palatabilidade e digestibilidade da dieta, além de seus efeitos nos produtos de fermentação intestinal e nas características fecais dos cães. Assim, espera-se com o uso do extrato de leveduras o aumento da palatabilidade da dieta, devido ao elevado teor de ácido glutâmico, produtos de fermentação, e melhora nas características fecais dos cães.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do extrato de levedura sobre a digestibilidade e palatabilidade da dieta, produtos de fermentação intestinal e características fecais em cães.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi previamente aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - Curitiba, PR, Brasil sob o protocolo: 051/2017.

2.1 EXPERIMENTO I - ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS DAS FEZES

2.1.1 Dietas

Foram avaliadas duas dietas formuladas contendo 0% e 2% de extrato de levedura, de acordo com as exigências nutricionais para cães adultos do NRC (2006). Os ingredientes das dietas utilizadas (tabela 5) foram misturados e posteriormente moídos e processados em extrusora de rosca simples (Ferraz, E-130, Ribeirão Preto, Brasil), com capacidade de 2,0t hora⁻¹. Após o processo de extrusão, as dietas foram secas em secador horizontal de esteira durante 20 minutos e então recobertas com óleo de frango após o resfriamento, posteriormente foi aplicado palatabilizante. Os ingredientes das dietas e a composição química da levedura estão apresentados na tabela 1.

TABELA 5. INGREDIENTES (%) E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS DIETAS 0% E 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA (% NA MATÉRIA SECA).

Ingredientes		0%	2%
Milho		35,65	34,77
Farinha de Vísceras de aves		27,65	27,09
Farelo de Soja		20,5	20,09
Óleo de vísceras de aves		5	5
Palatabilizante líquido		1	1
Farelo de Glúten de milho 21%		3,56	3,49
Farinha de peixe		2	1,96
Farelo de trigo		2	1,96
Polpa de Beterraba		1	1
Cloreto de sódio		0,43	0,43
Suplemento Mineral e vitamínico		0,4	0,4
Acidificante		0,2	0,2
Acido propiônico		0,18	0,18
Hexametáfosfato de sódio		0,1	0,1
Cloreto de Colina		0,1	0,1
DL- Metionina		0,1	0,1
Adsorvente de micotoxinas		0,05	0,05
Antioxidante		0,04	0,04
Extrato de levedura		0	2
Composição Química	Levedura	0%	2%
Matéria Seca	93,17	89,22	91,7
Matéria mineral	7,53	8,18	8,3
Proteína Bruta	34,65	28,76	28,94
Nitrogênio Não Proteico (NNP)	3,77	-	-
Extrato etéreo ácido	9,92	8,7	10,27
Energia Bruta (kcal/kg)	5216	4869	4866
Fibra bruta	0,76	3,08	2,83
Ca	0,21	2,03	2,03
P	1,08	1,34	1,28

O extrato de levedura é composto basicamente pelo seu próprio extrato e algum resíduo de levedura seca de cervejaria.

TABELA 6. PERFIL DE AMINOÁCIDOS DO EXTRATO DE LEVEDURA.

Níveis de Aminoácidos (%)	
Ácido Aspártico	3,93
Ácido Glutâmico	5,13
Alanina	2,53
Arginina	2,35
Cistina	0,33
Fenilalanina	1,53
Glicina	2,11
Histidina	0,83
Isoleucina	1,61
Leucina	2,63
Lisina	2,60
Metionina	0,57
Prolina	1,78
Serina	2,09
Taurina	0,06
Tirosina	1,22
Treonina	1,72
Triptofano	0,42
Valina	1,90

2.1.3 Animais e instalações

Foram utilizados 16 cães adultos da raça Beagle, com aproximadamente 1,5 anos de idade, machos e fêmeas, não castrados, vermifugados, vacinados, sadios, com peso médio de $10,9 \pm 0,86$ kg. Os animais foram alojados individualmente em baias de alvenaria (5 metros de comprimento x 2 metros de largura).

2.1.4 Procedimentos experimentais

O ensaio de digestibilidade foi composto por 20 dias de adaptação às baias e dietas, seguidos por cinco dias de colheita total de fezes (AAFCO, 2004). A água foi disponibilizada *ad libitum*. Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia, às 8h30min e às 15h30min, em quantidade suficiente para atender as necessidades de energia metabolizável (NEM) do animal, segundo a equação: $NEM (kcal\ dia^{-1}) = 130 \times peso\ corporal^{0,75}$, preconizada pelo NRC (2006).

As fezes foram coletadas pelo menos duas vezes ao dia, pesadas, identificadas por animal e armazenadas em freezer (-14 °C). No final do

experimento, foram descongeladas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada à 55°C durante 48 horas até peso constante. As fezes secas e as dietas foram moídas à 1 mm e analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS) à 105°C por 12 horas, proteína bruta (PB, método 954.01), fibra bruta (FB, método 962.10), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA, método 954.02) e matéria mineral (MM, método 942.05), segundo a AOAC (1995). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica (Parr Instrument Co. model 1261, Moline, IL, USA). A matéria seca original das fezes foi obtida por: $(MS_{55} \times MS_{105}) / 100$. Para determinação do nitrogênio-não-protéico (NNP) foi usada metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), usando ácido tricloracético a 10%.

As características das fezes foram avaliadas pelo teor de matéria seca total, produção de fezes (g fezes/g MS ingerida /5 dias), escore fecal, concentração de amônia e pH. O pH e a amônia foram avaliados em duplicata nas fezes frescas colhidas no máximo após 15 minutos de defecação. O pH fecal foi avaliado em 2,0 g de fezes frescas, diluídas em 20 mL de água destilada usando um pHmêtro digital (331, Politeste Instrumentos de Teste LTDA, São Paulo, SP, Brasil).

O teor de amônia foi determinado em 5 g de fezes frescas, as quais foram incubadas em balão de 500 mL fechado com uma rolha contendo 250 mL de água destilada por 1 hora. Após, foram adicionadas 3 gotas de álcool octaetílico (1-octanol) e 2 g de óxido de magnésio, sendo subseqüentemente destilados em aparelho Macro-Kjeldahl e recuperado em Becker contendo 50 mL de ácido bórico.

Finalmente, a amônia foi titulada utilizando ácido sulfúrico padrão 0,1 N. A concentração de amônia foi calculada como: $N\text{-amoniacal (g/kg)} = N \times 6,25 \times 16,5 \times (\text{volume de ácido da amostra} - \text{volume de ácido do branco}) / \text{peso da amostra em gramas}$.

A consistência fecal foi avaliada por meio de escore com graduação de 1 a 5, sendo 1 o indicativo de fezes pastosas e sem forma, 2 o indicativo de fezes macias e mal formadas, 3 o indicativo de fezes macias, formadas e úmidas, 4 o indicativo de fezes bem formadas e consistentes e 5 para fezes bem formadas, duras e secas (CARCIOFI et al., 2009).

Com o intuito de se verificar a fermentabilidade do ingrediente teste pela microbiota intestinal, bem como as possíveis alterações no padrão fermentativo da microbiota, foi determinada a concentração dos AGCC e ramificada (AGCR) nas fezes dos animais. Para tanto, as fezes dos cães foram coletadas frescas, no

máximo 15 minutos após a defecação. Em um recipiente plástico devidamente identificado e com tampa, 10 g de amostra de fezes eram pesados e misturados com 30 ml de ácido fórmico 16%. Esta mistura era homogeneizada e armazenada em geladeira a 4°C por um período de 3 a 5 dias. Depois disso, estas soluções eram centrifugadas a 5000 rotações por minuto em uma centrífuga (2K15, Sigma, Osterodeam Hans, Alemanha) por 15 minutos. Ao final da centrifugação o sobrenadante era separado e submetido a uma nova centrifugação. Cada amostra passou por três centrifugações e ao final da última, parte do sobrenadante era transferida para um eppendorff devidamente identificado para congelamento. Posteriormente as amostras foram descongeladas e passaram por uma nova centrifugação a 14000 rotações por minuto por 15 minutos (Rotanta 460 Robotic, Hettich, Tuttlingen, Alemanha). Os AGCC fecais foram analisados por cromatografia gasosa (SHIMADZU, modelo GC-2014, Quioto, Japão). Utilizou-se uma coluna de vidro (Agilent Technologies, HP INNOWax – 19091N, Santa Clara, EUA) de 30 m de comprimento e 0,32 mm de largura. O nitrogênio foi o gás transportador, com uma taxa de fluxo de 3,18 ml / min. As temperaturas de trabalho foram 200°C na injeção, 240°C na coluna (na velocidade de 20°C/min) e 250°C no detector de ionização de chama.

2.1.5 Cálculos e análise estatística

Os resultados do ensaio de digestibilidade foram analisados de acordo com delineamento inteiramente casualizado, totalizando oito repetições para cada dieta. Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Posteriormente, os dados foram analisados pelo teste t-Student ($p < 0,05$). As variáveis não paramétricas, foram analisados pelo teste de Wilcoxon, considerando $P < 0,05$ como diferença significativa.

A partir dos resultados laboratoriais obtidos, os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) das variáveis analisadas foram calculados por meio da equação:

$$\text{CDA\%} = ((\text{g nutriente ingerido} - \text{g nutriente excretado}) / \text{g nutriente ingerido}) \times 100$$

Assim como a energia metabolizável (EM):

EM (kcal.g⁻¹) = {kcal.g⁻¹ EB ingerida – kcal.g⁻¹ EB excretada nas fezes – [(g PB ingerida – g PB excretada nas fezes) x 1,25 kcal.g⁻¹]} / g ração ingerida.

2.2 EXPERIMENTO II – ESTUDO DE PALATABILIDADE

2.2.1 Dietas

As dietas foram formuladas e processadas como descrito anteriormente para o experimento de digestibilidade.

2.2.2 Animais e instalações

Foram utilizados 16 cães adultos da raça Beagle, com aproximadamente 1,5 anos de idade, machos e fêmeas, não castrados, vermifugados, vacinados, sadios, com peso médio de 10,9kg. Os animais foram alojados individualmente em baias de alvenaria (5 metros de comprimento x 2 metros de largura).

2.2.3 Procedimentos experimentais

A cada animal foi oferecido dois alimentos (dietas 0 e 2% extrato de leveduras), simultaneamente, durante dois dias, totalizando 32 repetições. A cada alimentação, os animais receberam as necessidades energéticas diárias mais 30% de cada dieta, com base na fórmula para cães adultos em manutenção do NRC (2006), assegurando assim a presença de sobras. Os alimentos ficaram à disposição dos animais durante 30 minutos ou até consumirem totalmente um dos alimentos. As quantidades fornecidas e as sobras foram quantificadas para se calcular a preferência alimentar e a primeira escolha, definida pelo registro do primeiro pote que o animal se aproximou durante a oferta simultânea dos alimentos.

Em cada alimentação sucessiva, a posição dos comedouros foi alternada, a fim de evitar a lateralidade. Foi observada a primeira escolha do animal e também a razão de ingestão.

2.2.4 Cálculos e análise estatística

A razão de ingestão (%) foi calculada com base no consumo (fornecido – sobras) relativo das dietas (A e B), sendo: $[\text{g ingeridas da dieta A ou B} / \text{g totais consumidas (A + B)}] \times 100$.

Os dados foram analisados segundo delineamento inteiramente casualizado. Os resultados da razão de ingestão foram comparados pelo teste t-student a 5% de significância e a primeira escolha pelo teste Qui-quadrado a 5%, totalizando 32 repetições por teste (16 cães x 2 dias de avaliação).

3. RESULTADOS

3.1 EXPERIMENTO I - ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS DAS FEZES

A inclusão de 2% de extrato de leveduras reduziu o CDA da PB da dieta ($P < 0,05$). Os demais CDA e a EM das dietas não diferiram ($P > 0,05$) (Tabela 5). Não foi observado recusa da dieta contendo 2% do extrato de levedura ($P > 0,05$), todos os animais consumiram o total oferecido durante todo o período (Consumo médio: 0% extrato de levedura - 192,14 g/animal/dia, 2% extrato de levedura - 195,62 g/animal/dia), não gerando limitações no seu consumo.

Os resultados apresentados na tabela 7 mostram que a inclusão de 2% do extrato de leveduras proporcionou aumento do escore fecal dos cães ($P < 0,05$). As demais características fecais não tiveram alterações neste estudo ($P > 0,05$).

TABELA 7. MÉDIAS DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE (CDA, %) E ENERGIA METABOLIZÁVEL (EM, KCAL/KG) E DE DIETAS CONTENDO 0 OU 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA E CARACTERÍSTICAS FECAIS DE CÃES.

FECAIS DE SALES:				
Item	Extrato de Levedura (%)		EPM ¹	P
	0	2		
CDA				
Matéria Seca	78,9	78,0	0,554	0,439
Matéria orgânica	84,2	83,5	0,395	0,359
Proteína Bruta	83,7	81,3	0,616	0,032
Extrato etéreo	85,4	86,9	0,747	0,417
Energia Bruta	84,0	83,0	0,395	0,702
EM	4067	4052	22,31	0,676
Características fecais				
Escore Fecal ²	3,6	3,8	0,050	0,044
Matéria seca fecal (%)	33,65	35,08	0,004	0,143
Produção fecal ³	0,63	0,63	0,020	0,950
Amônia (%) ⁴	0,05	0,07	-	0,227
pH ⁴	6,66	6,58	-	0,492

¹EPM = erro padrão da média

²Escore fecal = 1 (fezes líquidas) a 5 (fezes secas).

³Produção fecal = g fezes produzidas na matéria natural/g matéria seca consumida/dia

⁴pH e Amônia estão apresentados como mediana.

Os AGCC e AGCR apresentados na Tabela 8 não diferiram entre a dieta contendo 0 e 2% de extrato de levedura ($P>0,05$). Exceto o ácido acético, que teve aumento ($P<0,05$) com a inclusão de 2% de extrato de leveduras na dieta.

TABELA 8. MÉDIAS (MMOL) DOS ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA (AGCC) E RAMIFICADA (AGCR) DAS FEZES DE CÃES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO 0 OU 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA.

Item	Acético	Propiônico	Butírico	Isobutírico	Isovalérico	Valérico	Total AGCC	Total AGCR
0%	29,083	15,419	4,368	0,621	0,827	0,361	49,194	1,824
2%	33,297	17,505	4,432	0,534	0,698	0,405	53,940	1,768
EPM	1,669	1,164	0,363	0,045	0,084	0,065	2,924	0,197
P	0,016	0,131	0,902	0,134	0,230	0,430	0,161	0,943

EPM: erro padrão da média

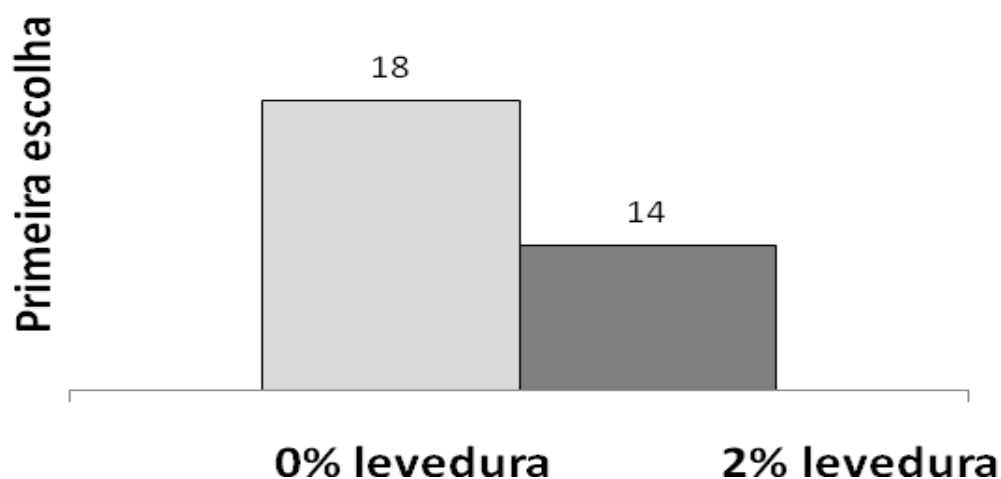
$P<0,05$ pelo teste t-Student.

3.2 EXPERIMENTO II – ESTUDO DE PALATABILIDADE

3.2.1 Primeira Escolha

Para a ração contendo 0 e 2% de extrato de levedura, a primeira escolha não diferiu estatisticamente ($p>0,05$, Figura 3).

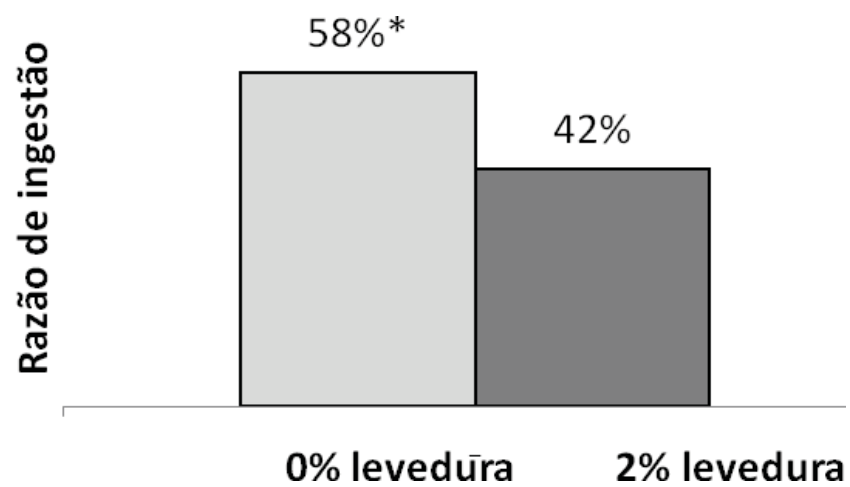
FIGURA 3 – COMPARAÇÃO DA PRIMEIRA ESCOLHA DAS RAÇÕES COM 0% E 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA.



3.2.2 Razão de Ingestão

Já a razão de ingestão foi superior ($p<0,05$) para a ração 0% de extrato de levedura quando comparada com a concentração de 2% de extrato de levedura (Figura 4).

FIGURA 4 – RAZÃO DE INGESTÃO DA RAÇÃO 0% E 2% DE EXTRATO DE LEVEDURA.



* $P<0,05$.

4. DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I - ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS DAS FEZES

A redução na digestibilidade aparente da proteína na dieta contendo 2% de extrato de levedura pode ser devida à limitação do método convencional de Kjeldahl, que determina o nitrogênio total das fezes e do alimento e não os aminoácidos. Conforme foi relatado por Halász e Lásztity (1991), os dados estão sujeitos a erros devido aos teores variáveis de nitrogênio não proteico (NNP), pois a maioria dos protocolos se baseia na determinação de N total da amostra e utiliza o fator 6,25 para estimar o teor de proteína bruta. Isso provavelmente, subestimou o conteúdo de proteína digestível na ração com inclusão de 2% do extrato de levedura, uma vez que o extrato utilizado apresenta 5,67% de NNP, constituído principalmente por ácidos nucleicos. Este resultado também é esperado, devido a substituição de alguns ingredientes mais digestíveis que podem ter afetado a digestibilidade. Do mesmo modo, Swanson et al. (2002), Zentek et al. (2002) e Middelbos et al. (2007) também observaram diminuição significativa no aproveitamento da proteína em dietas contendo mos em cães. Além do elevado teor de NNP desse ingrediente, os autores atribuíram este fato à possível ligação ou aglutinação da proteína com um componente da parede celular da levedura (PCL), o MOS, tornando-a menos digestível. Apesar disso, o extrato de levedura tem menor concentração de MOS do que a PCL, sendo este efeito provavelmente menos importante na digestibilidade, que o alto teor de NNP do extrato.

Porém, Martins et al. (2014), avaliando dietas com substituição de até 15% da proteína dietética por levedura de cana-de-açúcar ou de cerveja, não observaram alteração na digestibilidade dos nutrientes em cães. Desse modo, é importante que os efeitos dos diferentes derivados de leveduras sobre a digestibilidade da proteína sejam melhor investigados.

No presente estudo houve aumento da consistência fecal dos cães alimentados com 2% de extrato de leveduras. Provavelmente isso está relacionado ao aumento da produção de ácido acético no intestino. O ácido acético é absorvido rapidamente como ácido não dissociado através da membrana luminal por difusão passiva. Este processo que envolve troca de íons de sódio e hidrogênio pela

membrana, faz com que o intestino grosso absorva maior quantidade de água do bolo fecal (HUME, 1997).

O ácido acético, assim como os demais AGCC, são produtos intermediários e finais de fermentação microbiana no trato gastrointestinal. Essa produção se dá por meio da ação de várias espécies bacterianas e de diferentes vias metabólicas (MIDTVEDT, 1998). Acredita-se que os AGCC sejam eficientemente absorvidos e utilizados pelas células epiteliais, estimulando a absorção de sais e água, o crescimento de células epiteliais e a motilidade intestinal (SAKO, T.; MATSUMOTO, K.; TANAKA, R. 1999). A quantidade e tipo de AGCC produzidos no cólon depende do tipo de carboidrato e da composição da microbiota intestinal (RYCROFT, C. E, 2001, SAKO, T.; MATSUMOTO, K.; TANAKA, R. 1999). Em se tratando do acetato, propionato e butirato, sabe-se que os mesmos são produzidos principalmente pela fermentação da fibra solúvel no intestino.

O extrato de leveduras, pode contribuir com a fermentação realizada pela microbiota intestinal, principalmente pelos lactobacilos, que tem como principal produto o ácido láctico, mas, também produzem o ácido acético (LEROY e VUYST, 2004). Principalmente quando há suplementação com MOS, que pode ter efeito modulador sobre a microbiota intestinal, reduzindo, por exclusão competitiva a população de microrganismos patogênicos, como *Salmonella* spp. e *Clostridium* spp. e contribuindo ao desenvolvimento dos microrganismos considerados não patogênicos, como os *Lactobacillus* spp. e *Bifidobacterium* spp (STRICKLING et al., 2000).

Apesar dos resultados encontrados, outros estudos (Zentek et al., 2002; Swanson et al., 2002) não encontraram diferença no teor de AGCC das fezes ou relataram redução no butirato (Strickling et al., 2000), em cães alimentados com extratos de leveduras. Ainda, Teshima et al. (2007) relataram que o uso de 30% de extrato de levedura na dieta resultou em fezes enegrecidas e com pior consistência fecal dos cães. Provavelmente a divergência de resultados se deve à maior inclusão do extrato de leveduras no estudo de Teshima et al. (2007) e na grande diversidade de derivados de leveduras utilizados nos estudos.

Embora tenha ocorrido aumento na consistência fecal, não houve diferença na produção de fezes, em gramas de matéria natural e matéria seca nos cães alimentados com extrato de levedura. Estes resultados são diferentes do relatado por Gomes (2008), usando PCL, o qual observou retenção de água no bolo fecal

sem alterações no escore das fezes e na matéria seca fecal. Estes achados corroboram ao verificado nos estudos de STRICKLING et al. (2000), SWANSON et al. (2002) e ZENTEK et al. (2002), que não encontraram alteração na produção fecal.

4.2 EXPERIMENTO II – ESTUDO DE PALATABILIDADE

Nos animais, há diversos fatores que podem influenciar a escolha da dieta, como necessidade de consumo energético, necessidade por determinado nutriente e palatabilidade do alimento. Na palatabilidade inclui-se preferência por específico atributo sensorial, e aprendizado a aversão ao sabor (VAVILOVA & KASSIL, 1984; GEISSLER et al. 1998).

Em relação à palatabilidade das dietas, os cães quando possuem mais de uma opção de alimento, fazem sua primeira escolha pelo olfato, seguido do paladar e, por último, a sensação do alimento na boca (textura) (FÉLIX et al., 2010).

A característica de sabor de muitos alimentos é reproduzido por vários fatores, sendo uma mistura de aminoácidos, substâncias umamis e sais em proporção apropriada. A mistura de aminoácidos e substâncias umamis na ausência de sais pode ter sabor fraco ou diferente (KONOSU et al. 1987). Yamaguchi & Ninomiya (2000) descreveram que a sensação umami difere dos demais sabores clássicos: doce, azedo (ácido), salgado e amargo. Entretanto, o conceito de sabor umami é ainda controverso (HENDRIKS, 2002; KVAMME, 2003). Este sabor é promovido pelo glutamato e 5'-ribonucleotídeos, como inosinato e guanilato, com uma importante função na apetibilidade, sabor e aceitabilidade do alimento. Entretanto, alguns fatores podem limitar o consumo, como a adição em excesso de glutamato monossódico (YAMAGUCHI & NINOMIYA, 2000), que pode ter ocorrido devido à presença de levedura no palatilizante usado na dieta.

Há ainda, relatos de que os realçadores de sabor como o glutamato monossódico e a inosina-5'-monofosfato, podem ser destruídos no processo térmico, diminuindo o seu efeito flavorizante (SHI & TANG, 2003). Estes fatores podem ter influenciado a diminuição da palatabilidade da dieta contendo 2% do extrato de levedura. Porém, a diminuição da palatabilidade por sua vez, não resultou em diminuição no consumo da dieta.

A redução da palatabilidade também foi observada por Aquino et al. (2010), na inclusão de 0,4% de parede de levedura na dieta de gatos. Do mesmo modo, Lima (2008) ao incluir 2% de extrato de levedura em dietas para gatos observou o consumo reduzido quando comparada com a dieta controle, devido a ambiguidade da percepção da Manose em gatos, que pode proporcionar sabores doces ou amargo dependendo do seu isômero.

Já para, Teshima et al. (2007), ao realizarem o ensaio de palatabilidade, avaliando uma dieta controle e outra contendo 2% de extrato de levedura de uma cepa específica na dieta de cães, observaram aumento na preferência alimentar na dieta contendo extrato de levedura. Martins et al. (2014) também verificaram forte preferência para alimentos que tiveram 7,5% de inclusão de levedura seca ou levedura autolizada de cana-de-açúcar, sem diferença entre estas duas matérias primas quanto à sua preferência pelos cães. Os autores atribuem o aumento na palatabilidade à presença de ácido glutâmico no extrato de levedura, que sensibiliza os receptores umamis e torna a dieta mais palatável.

A variação na composição, processamento e secagem dos derivados de levedura é muito grande, o que pode explicar a diferença no resultado, mesmo quando utilizado em mesma quantidade de extrato nas dietas para cães.

5. CONCLUSÃO

A inclusão de 2% de extrato de levedura proporcionou melhoria na consistência e aumento no ácido acético fecal, mesmo havendo redução na digestibilidade aparente da proteína da dieta, que já era esperado, devido a baixa digestibilidade do extrato. O efeito negativo sobre a palatabilidade da dieta com 2% de levedura não gerou limitações no consumo, quando essa dieta foi ofertada sozinha no ensaio de digestibilidade. A variação na composição de derivados de levedura é muito grande, o que pode explicar a diferença em alguns resultados encontrados, havendo, no entanto, a necessidade de mais estudos para aprimorar a quantidade da inclusão de levedura, o uso destes coprodutos a fim de proporcionar benefícios ao trato gastrointestinal e melhora nas características fecais dos cães.

6. REFERÊNCIAS

AQUINO, A. A., SAAD, F. M. O. B., SANTOS, J. P. F., ALVES, M. P., FERRAZA, R. A., & MIRANDA, M. C. M. G. (2010). Effects of spray-dried yeast cell wall on digestibility, score of feces, and palatability of diets for cats. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 62(3), 622-630

Association of American Feed Control Officials – AAFCO. Dog and cat nutrient profiles. **Official Publications of the Association of American Feed Control Officials Incorporated**. AAFCO, Oxford, IN, USA, 2004.

Association of the Official Analytical Chemists, AOAC. **Official and tentative Methods of analysis**, 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA, 1995.

BASSON, M. D.; SGAMBATI, S. A. Effects of short-chain fatty acids on human rectosigmoid mucosal colonocyte brush-border enzymes. **Metabolism**, Amsterdam, v. 47, n. 2, p. 133-134, 1998.

BUTOLO, E.A.F.; NOBRE, P.T.C.; BUTOLO, J.E. Determinação do valor energético e nutritivo da levedura de cana-de-açúcar e de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1997. p. 11.

CARCIOFI, A.C., Emprego das fibras na alimentos para cães e gatos. Campinas, SP, 2005. In: Simpósio sobre nutrição de animais de estimação, 2005. **Anais...** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, pag. 95 -108, 2005.

CASTILHO, W. et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte de proteína em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgão digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, v. 12, n. 1, p. 12-20, 2004.

CUMMINGS, J.H., MACFARLANE, G.T., 1991. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *J. Appl. Bacteriol.* 70, 443±459.

FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N. Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces sp.*), seca por rolo rotativo ou por “spray-dry”, para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1750-1753, 2000.

FELIX, A.P., OLIVEIRA, S.G., MAIORKA, A. Fatores que interferem no consumo de alimentos em cães e gatos. In: Vieira, S. Consumo e preferência alimentar de animais domésticos. 1ed. Phytobiotics Brasil: Londrina. Cap. 3. p. 162199, 2010.

FERKET, P.R. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations. In: International Feed Industry

Symposium, 20th, 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. p.54-67.

GOMES, M.O.S. Efeito da adição de parede celular de levedura sobre a digestibilidade, microbiota, ácidos graxos de cadeia curta e aminas fecais e parâmetros hematológicos e imunológicos de cães. **Tese** mestrado Jaboticabal, 2009 79 f.: il.

HALÁSZ, A., LÁSZTITY, R. **Use of yeast biomass in food production**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 312p.

LIMA, L.M.S. **Extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para gatos adultos**. Dissertação de mestrado Lavras: UFLA, p. 87, 2008.

MARTINS, M. S.; SAKOMURA, N. K.; D. F. SOUZA, D. F.; FILHO, F. O. R.; GOMES, M. O. S.; VASCONCELLOS, R. S.; A. C. CARCIOFI, A. C. Brewer's yeast and sugarcane yeast as protein sources for dogs. **Journal of Animal Physiology Animal Nutrition**, v.98, p.948-957, 2014.

MIDDELBOS, I.S.; GODOY, M.R.; FASTINGER, N.D. et al. A dose-response evaluation of spray-dried yeast cell wall supplementation of diets fed to adult dogs: effects on nutrient digestibility, immune indices, and fecal microbial populations. *J. Anim. Sci.*, v.85, p.3022-3032, 2007.

NRC. 2006. Nutrient requirements of dogs and cats. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

O'SULLIVAN, M. G. Metabolism of bifidogenic factors by gut flora. **Bulletin of the international Dairy Federation**, Brussels, v. 313, p. 23-30, 1996.

PELCZAR JR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. 524p.

PERDOMO, M.C.; VARGAS, R.E.; CAMPOS J.G. Valor nutritivo de la levedura de cervecaría (*Saccharomyces cerevisiae*) y de SUS derivados, extracto y parede celular, em la alimentación aviar. **Archivo Latinoamericano de Produccion Animal**, v.12, n.3, p.89-95, 2004.

PEREIRA, E.S. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilho: consumo, digestibilidade, balanço, nitrogenado e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira Zootecnia*, 20(2):563-572, 2001.

PEZZATO, L.E. et al. Levedura em dietas para alevinos de tilápias do Nilo. *Veterinária e Zootecnia* V.13, n.1, p.84-94, 2006.

PROSKY, L; et al. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. **Journal Association of Official Analytical Chemists**, Gaithersburg, v. 71, n. 5, p. 1017-1023, 1988.

ROCHA, A.P.T. **Estudo do desempenho de um leite de jorro convencional para secagem de leveduras**. 2002. 156p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2002.

ROCHA, A.P.T.; ALSINA, O.L.S.; SILVA, V.S.; SILVA, F.L.H. Cinética da produção de levedura seca em leite de jorro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.81-86, 2008.

RYCROFT, C. E.; et al. A comparative *in vitro* evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. **Journal of Applied Microbiology**, London, v. 91, p. 878-887, 2001.

SAKO, T.; MATSUMOTO, K.; TANAKA, R.; Recent progress on research and application of non-digestible galacto-oligosaccharides. **International Dairy Journal**, Barking, v. 9, n. 1, p. 69-80, 1999.

STEINHARDT JR., R.G.; CALVIN, A.D.; DODD, E.A. Taste-structure correlation with alpha-D-mannose and beta-D-mannose. *Science*, v.135, p.367-368, 1962.

STRICKLING, J. A., D. L. HARMON, K. A. DAWSON, AND K. L. GROSS. 2000. Evaluation of oligosaccharide addition to dog diets: Influences on nutrient digestion and microbial populations. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86:205–219. doi:10.1016/S0377-8401(00)00175-9

SWANSON KS, Grieshop CM, Flickinger EA, Bauer LL, Healy HP, Dawson KA, et al. Supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides influence immune function, ileal and total tract nutrient digestibilities, microbial populations and concentrations of protein catabolites in the large bowel of dogs. *J. Nutr.* 2002; 132(5):980-9.

TESHIMA, E.; RIVERA, N. L. M.; KAWAUCHI, I. M.; et al. Extrato de levedura na alimentação de cães: digestibilidade e palatabilidade. 44O Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. UNESP, Jaboticabal, In: CD-rom, 24 a 27 de julho de 2007.

ZENITEK J, Marquart B, Pietrzak T. Intestinal effects of mannanoligosaccharides, transgalactooligosaccharides, lactose and lactulose in dogs. *J. Nutr.* 2002; 132(6):1682S-84S.

REFERÊNCIAS

AMMERMAN, C. B.; MILLER, S. M. Selenium in Ruminant Nutrition: A Review. **Journal of Dairy Science**, v.8, n.10, p. 1561-1577, 1974.

AMORIM, H. V.; LOPES, M. L. Tecnologia sobre processamento de leveduras vivas, inativas e seus derivados: conceitos básicos. *In: Anais do I Congresso Internacional sobre uso da levedura na alimentação animal*, CBNA, Campinas, p. 5-20, 2009.

APOLÔNIO, L.R.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; SOUZA, A.V.C.; SILVA, F.C.O.; BÜNZEN, S. **Digestibilidade ileal de aminoácidos de alguns alimentos, determinada pela técnica da cânula T simples com suínos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.3, p.605-614, 2003.

AQUINO, A. A., SAAD, F. M. O. B., SANTOS, J. P. F., ALVES, M. P., FERRAZA, R. A., & MIRANDA, M. C. M. G. (2010). Effects of spray-dried yeast cell wall on digestibility, score of feces, and palatability of diets for cats. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 62(3), 622-630. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000300018>

ASSIS, E. M. Componentes da parede celular de leveduras: proteínas e polissacarídeos de interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos. *In: Workshop – Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal*, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL – instituto de tecnologia de alimentos, 1996. p.41-51.

Association of American Feed Control Officials – AAFCO. Dog and cat nutrient profiles. **Official Publications of the Association of American Feed Control Officials Incorporated**. AAFCO, Oxford, IN, USA, 2004.

Association of the Official Analytical Chemists, AOAC. **Official and tentative Methods of analysis**, 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA, 1995.

BALLOU, C. E. A study of the immunochemistry of three yeast mannans. **Journal of Biological Chemistry**, Illinois, n. 245, p. 1197-1203, 1977.

BARBALHO, R.L.C. **Suplementação de levedura hidrolisada (Hidrolises®) nas dietas de frangos de corte**. 2009. (Dissertação de mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP., Pirassununga – SP, 2009.

BASSON, M. D.; SGAMBATI, S. A. Effects of short-chain fatty acids on human rectosigmoid mucosal colonocyte brush-border enzymes. **Metabolism**, Amsterdam, v. 47, n. 2, p. 133-134, 1998.

BAURHOO, B.; GODFLUS, F.; ZHAO, X. **Purified cell wall of *saccharomyces cerevisiae* increases protection against intestinal pathogens in broiler chickens**. *Internacional Journal of Poultry Science*, v.8, n.3, p.133-137, 2009.

BOLDUAN, G. Feeding weaner pigs without in feed antibiotics. In: **Biotechnology in the feed industry**. Nottingham: University Press, Nottingham, 1999. p. 223-230.

BOURGEOIS, C. M. y LARPENT, J. P. Microbiologia Alimentar. Volumen 2: Fermentaciones alimentarias. Zaragoza: Acibia, p. 19-29. 1995.

BRADLEY, G.T.; SAVAGE, T.F. **Enhance utilization of dietary calcium, phosphorus, nitrogen and metabolizable energy in poults feed diet containing a yeast culture**. Poultry Science, v.73, p.124-127, 1994.

BROWN, G.D.; GORDON, S. Immune recognition: A new receptor for β -glucans. **Nature**, v. 413, n. 36-37, 2001.

BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M.; ZANOTTO, D.L.; KLEIN, C.H. **Composição nutritiva de ingredientes para rações de aves**. (C.T.): Embrapa Suínos e Aves, 1999. p.1-4.

BUTOLO, E.A.F.; NOBRE, P.T.C.; BUTOLO, J.E. Determinação do valor energético e nutritivo da levedura de cana-de-açúcar e de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1997. p. 11.

BUTOLO, J. E. Uso de biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras fontes de nutrientes. In: "WORKSHOP" – PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p.70-89.

BUTOLO, J.E. Avaliação biológica da levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte, fase inicial e engorda, substituindo-se total e parcialmente a suplementação de vitaminas do complexo B, presentes na levedura de cana. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA DE CANA, 2, 1991, Piracicaba. Anais do Seminário de Produção e Comercialização de Levedura de Cana. Piracicaba, SP: CTC, 1991. p.47

CARCIOFI, A.C., Emprego das fibras na alimentos para cães e gatos. Campinas, SP, 2005. In: Simpósio sobre nutrição de animais de estimação, 2005. **Anais...** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, pág. 95 -108, 2005.

CARVER, J. D.; WALKER, W. A. The role of nucleotides in human nutrition. **Nutritional Biochemistry**, New York, v. 6, p. 58-72, 1995.

CASTILHO, W. et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte de proteína em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgão digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal, v. 12, n. 1, p. 12-20, 2004.

CHEN, X; ZHANG, L.; CHEUNG, P.C.K. Immunopotential and anti-tumor activity of carboxymethylated-sulfated β -(1,3)-d-glucan from *Poria cocos* **International Immunopharmacology** Article in press.

CROSS, G.G. *et al.* Immunostimulant oxidized β -glucan conjugates. **International immunopharmacology**, v.1, n.1, p. 539–550, 2001.

CUMMINGS, J.H., MACFARLANE, G.T., 1991. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *J. Appl. Bacteriol.* 70, 443±459.

DAVIS ME, Maxwell CV, Brown DC, Rodas BZ, Johnson ZB, Kegley EB, Hellwig DH, Dvorak RA. Effect of dietary mannan oligosaccharides and(or) pharmacological additions of copper sulfate on growth performance and immunocompetence of weanling and growing/finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 2002; 80:2887-94.

DAVIS, S.; BURNS, R. G. **Decolorization of Phenolic Effluents by Soluble and Immobilized Phenol Oxidases**. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1990. V. 32, p. 721-726.

EURASYP - European Association for Specialty Yeast Products. Apostila 23 p., 2006.

FAIRCHILD, A.S.; GRIMES, J.L.; TONES, F.T. *et al.* **Effects of hen age, Bio-Mos®, and flavomycin on poult susceptibility to oral Escherichia coli challenge**. *Poultry Science*, v.80, n.5, p.562-571, 2001.

FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N. Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces* sp.), seca por rolo rotativo ou por “spray-dry”, para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1750-1753, 2000.

FELIX, A.P., OLIVEIRA, S.G., MAIORKA, A. Fatores que interferem no consumo de alimentos em cães e gatos. In: Vieira, S. Consumo e preferência alimentar de animais domésticos. 1ed. Phytobiotics Brasil: Londrina. Cap. 3. p. 162199, 2010.

FERKET, P.R. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations. In: International Feed Industry Symposium, 20th, 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. p.54-67.

FERNANDEZ, J. CRESPO, N. New advances in the application of probiotics. **International Pig Topics**, Mount Morris, v. 18, n.7, p. 11-13, 2003.

FERRACINI-SANTOS, Luciana and SATO, Hélia Harumi. Isolamento de polímeros da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* e avaliação da atividade antioxidante da manana-proteína isolada. *Quím. Nova* [online]. 2009, vol.32, n.2, pp.322-326. ISSN 0100-4042

FRANKLIN ST, Newman MC, Newman KE, Meek KI. Immune parameters of dry cows fed mannan oligosaccharide and subsequent transfer of immunity to calves. *J. Dairy Sci.* 2005; 88:766-75.

GENEROSO, R. A. R.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T.; BRUMANO, G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.

GOMES, M.O.S. Efeito da adição de parede celular de levedura sobre a digestibilidade, microbiota, ácidos graxos de cadeia curta e aminas fecais e parâmetros hematológicos e imunológicos de cães. **Tese** mestrado Jaboticabal, 2009 79 f.: il.

GRANGEIRO, M. G. A.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; ESPÍNDOLA, G. B.; SOUZA, F. M. Inclusão de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30,n.3, p. 766 – 773,2001.

GRIFFIN, R.W. Palatability testing: parameters and analysis that influence test conclusions. In: Kvamme, J.L., Phillips, T.D. (Eds.), **Petfood Technology**. Watt Publishing, Mt. Morris, p.187 -193, 2003.

GRIGOLETTI, C. FRANCO, S. G.; FLEMMING, J. S.; FEDALTO, L. M.; BACILA, M. *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, v.7, n.2, p.151-157, 2002.

HALÁSZ, A., LÁSZTITY, R. **Use of yeast biomass in food production**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 312p.

HISANO, H; SAMPAIO, FG; BARROS, MM; PEZZATO, LE, 2008: Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura integral, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-nilo. *Ciência Animal Brasileira* 9, 43–49.

HOOGE DM. Broiler chicken performance may improve with MOS. *Feedstuffs*. 2003;75(1). In: Spearman KR. Effect of mannan oligosaccharide (mos) supplementation on the immune status of mares and their foals. [tese]. Flórida: Universidade da Flórida, 2004, 62p. Doutorado em ciências.

HOOGE, D. M., M. D. SIMS, A. E. SEFTON, A. CONNOLLY, AND P. S. SPRING. 2003. Effect of dietary mannan oligosaccharide, with or without bacitracin or virginiamycin, on live performance of broiler chickens at relatively high stocking density on new litter. *J. Appl. Poult. Res.* 12:461–467.

HUME, I.D. Fermentation in the hindgut of mammals. In: MACKIE, R.I.; WHITE, B.A. **Gastrointestinal microbiology**. New York: Chapman & Hall, 1997. cap. 4, p. 84-115.

HUNTER Jr., K.W.; GAULT, R.A.; BERNER, M.D. Preparation of microparticulate betaglucan from *Saccharomyces cerevisiae* for use in immune potentiation. **Letters in applied microbiology**, Reno, v. 35, n.1, p. 267-271, 2002.

HUSSEIN, H.S.; FLICKINGER, E.A.; FAHEY, G.C.Jr. Petfood Applications of Inulin and Oligofructose. **Journal of Nutrition**, v.129, p.1454-1456, 1999.

HUSSEIN, S.H.; SUNVOLD, G.D. Dietary strategies to decrease dog and cat fecal odor components. In: REINHART, G.A., CAREY, D.P. Recent advances in canine and feline nutrition, Wilmington: Orange Frazer Press, 2000, v.3, p.153-168.

KIM JD, Hyun Y, Sohn KS, Kim TJ, Woo HJ, Han IK. Effects of mannan oligosaccharide and protein levels on growth performance and immune status in pigs weaned at 21 days of age. *J. Anim. Sci.* 2000; 42(4):489-98.

KIM, H.W. et al. Dietary lutein stimulates immune response in dogs. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 74, p.315-327, 2000.

KOGAN, G.; KOCHER A. Role of yeast cell wall polysaccharides in pig nutrition and health protection. **Livestock Science**, v. 109 , n.1-3, p. 161-165, 2007.

LATRILLE, L. L. RIQUELM,C.G.; MATEROLA, H.B.; POLAMINOS S.M. Evaluation de dos tipos de leveduras como fuente proteica para raciones de pollos em crecimiento. **Avance en producion Animal**, Casila, v. 1, p. 45-51, 1996.

LATRILLE, L.L., RIQUELM, G.C., MANTEROLA, H.B. et al. 1976. Evaluación de dos tipos de leveduras (*Torula utilis* y *Saccaromyces cerevisiae* sp), como fuente proteica para raiciones de pollos em crecimiento. *Avances en Producción Animal*, (1):45-51

LIMA, L.M.S. **Extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para gatos adultos**.Dissertação de mestrado Lavras: UFLA, p. 87, 2008.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: Conferencia APINCO 2000 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas- SP. Anais... Campinas: FACTA – Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia Avícola, 2000, p.162-174.

MANTOVANI, M.S. et al. Beta-Glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer. **Mutation research**, v. 658 , n. 3, p. 154-161, 2008.

MARTINEZ I, WALLACE G, ZHANG C, LEGGE R, BENSON AK, CARR TP, MORIYAMA EN & WALTER J (2009) Diet-induced metabolic improvements in a hamster model of hypercholesterolemia are strongly linked to alterations of the gut microbiota. *Appl Environ Microbiol* 75: 4175–4184.

MARTINS, M. S.; SAKOMURA, N. K.; D. F. SOUZA, D. F.; FILHO, F. O. R.; GOMES, M. O. S.; VASCONCELLOS, R. S.; A. C. CARCIOFI, A. C. Brewer's yeast and sugarcane yeast as protein sources for dogs. **Journal of Animal Physiology Animal Nutrition**, v.98, p.948-957, 2014.

MATHEW, A.G.; A.G., MATHEW; SUTTON, A.L.; SCHEIDT, A.B.; PATTERSON, J.A., KELLY D.T.; MEYERHOLTZ K. A. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 6, p. 1503-1509, 1993.

McDOWELL, L.R. Vitamins in animal nutrition. San Diego, USA:. Academic Press Inc., 1989. p.486.

MEDZHITOV, R.; JANEWAY Jr., C. Innate immunity, **The New England Journal of Medicine**, v. 343, n. 5, p. 338–344, 2000.

MIDDELBOS, I.S.; GODOY, M.R.; FASTINGER, N.D.; FAHEY, G.C.Jr. A dose-response evaluation of spray-dried yeast cell wall supplementation of diets fed to adult dogs: Effects on nutrient digestibility, immune indices, and fecal microbial populations. **Journal of Animal Science**, v.85, p.3022–3032, 2007.

MIYADA, V.S., Lavorenti, A. e Packer, I.U. A levedura seca como ingrediente de rações fareladas ou peletizadas de leitões na fase inicial. Rev. Soc. Brasil. Zoot. 21(3):439-46, 1992.

MOREIRA, I. et al. Uso da levedura seca por “spray-dry” como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. Revista. Brasileira. Zootecnia., v.31, p.962-969, 2002.

NORTHCOTE, D. H., AND R. W. HORNE. 1952. The chemical composition and structure of yeast cell wall. Biochem. J. 51:232–236.

NRC. 2006. Nutrient requirements of dogs and cats. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

NUNES, J. K.; MAIER, J. C.; ROSSI, P.; DALLMANN, P. R.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. SILVA, J. G. C. Suplementação de extrato de levedura na dieta de poedeiras comerciais: Desempenho produtivo. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.2, p.357- 364. 2008.

O’QUINN PR, Funderburke DW, Tibbetts GW. Effects of dietary supplementation with mannanoligosaccharides on sow and litter performance in a commercial production system. J. Anim. Sci.2001; 79(1).

O’SULLIVAN, M. G. Metabolism of bifigogenic factors by gut flora. **Bulletin of the international Dairy Federation**, Brussels, v. 313, p. 23-30, 1996.

OFEK, I., D. MIRELMAN, AND N. SHARON. 1977. Adherence of *Escherichia coli* to human mucosal cells mediated by mannose receptors. Nature 265:623-625.

OLIVEIRA, P.B., GARCIA, E.R.M., OVIEDO R.E.O. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da levedura de recuperação nas rações, sobre o desempenho de frangos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998.

OYOFO, B. A.; NORMAN, J. O ; MOLLENHAUER, C. Prevention of *Salmonella thiphimurium* colonization of broilers with D-mannose. **Poultry Science**, Champaign, n. 68, p.1357 -1360, 1989.

PACHECO, M.T.B. Levedura como fonte de proteína: Extração, isolamento, propriedades nutritivas e funcionais. In: Workshop – Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p.5-14.

PELCZAR JR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. 524p.

PERDOMO, M.C.; VARGAS, R.E.; CAMPOS J.G. Valor nutritivo de la levedura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) y de SUS derivados, extracto y pared celular, em la alimentación aviar. **Archivo Latinoamericano de Produccion Animal**, v.12, n.3, p.89-95, 2004.

PEREIRA, E.S. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilho: consumo, digestibilidade, balanço, nitrogenado e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira Zootecnia*, 20(2):563-572, 2001. PEZZATO, L.E. et al. Levedura em dietas para alevinos de tilápias do Nilo. *Veterinária e Zootecnia* V.13, n.1, p.84-94, 2006.

PEREIRA, E.S. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilho: consumo, digestibilidade, balanço, nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira Zootecnia**, 20(2):563-572, 2001.

PEZZATO, L.E. et al. Levedura em dietas para alevinos de tilápias do Nilo. **Veterinária e Zootecnia** V.13, n.1, p.84-94, 2006.

PROSKY, L; et al. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. **Journal Association of Official Analytical Chemists**, Gaithersburg, v. 71, n. 5, p. 1017-1023, 1988.

ROCHA, A.P.T. Estudo do desempenho de um leite de jorro convencional para secagem de leveduras. 2002. **Dissertação** – Universidade Federal de Campina Grande, 2002.

ROCHA, A.P.T. **Estudo do desempenho de um leite de jorro convencional para secagem de leveduras**. 2002. 156p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2002.

ROCHA, A.P.T.; ALSINA, O.L.S.; SILVA, V.S.; SILVA, F.L.H. Cinética da produção de levedura seca em leite de jorro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.81-86, 2008.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** (composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: UFV, 2011. 186p

RUIZ-HERRERA, J. **Fungal Cell Wall: Structure, Synthesis, and Assembly**. Boca Raton, EUA: CRC Press, 1992.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; RECH, J.L. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. *Ciência Animal Brasileira*, v. 7, n. 4, p. 349355, 2006.

RYCROFT, C. E.; et al. A comparative *in vitro* evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. **Journal of Applied Microbiology**, London, v. 91, p. 878-887, 2001.

SAKO, T.; MATSUMOTO, K.; TANAKA, R.; Recent progress on research and application of non-digestible galacto-oligosaccharides. **International Dairy Journal**, Barking, v. 9, n. 1, p. 69-80, 1999.

SAMANTA, G., MONDAL, L. 1988. Feeding value of industrial yeast by-product in broiler diets. *Ind. J. Poult. Sci.*, 23(1):99-100.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 10, p. 236-244, 2001.

SANTOS FS, Donoghue AM, Farnell MB, Huff GR, Huff WE, Donoghue DJ. Gastrointestinal maturation is accelerated in turkey poultlets supplemented with a mannan-oligosaccharide yeast extract (alphamune). *Poultry Science*. 2007;86:921-30.

SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; OLIVEIRA, P.B.; FARIA, H.G.; PEDRO, M.R.S.; MACHADO, R.M. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com levedura de recuperação (*Saccharomyces ssp.*) seca pelo método spray-dry. **Revista UNIMAR**, v.19, n.3, p.913-921, 1997.

SHASHIDHARA, R.G.; DEVEGOWDA, G. Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide on Broiler Breeder Production Traits and Immunity. **Poultry Science**, v. 82, p. 1319–1325, 2003.

SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; LOPES, I. R. V.; LIMA, R. C.; BEZERRA, R. M. Composição química e valores de energia metabolizável de coprodutos agroindustriais determinados em diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.3, p.269-275, 2008a.

SILVA, V.K.; AMOROSO, L.; FUKAYAMA, E.H.; DOURADO, L.R.B.; MORAES, V.M.B. Digestibilidade do extrato de levedura em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1969-1973, 2009a.

SPRING P, WENK C, DAWSON KA, NEWMAN KE. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science*. 2000;79:205-11.

STANLEY, V. G., C. GRAY, M. DALEY, W. F. KRUEGER, AND A. E. SEFTON. 2004. An alternative to antibiotic-based drugs in feed for enhancing performance of broilers grown on *Eimeriaspp.*- infected litter. *Poult. Sci.* 83:39–44.

STEINHARDT JR., R.G.; CALVIN, A.D.; DODD, E.A. Taste-structure correlation with alpha-D-mannose and beta-D-mannose. *Science*, v.135, p.367-368, 1962.

STONE, C.W.; MILLS, D.V. **Yeast products in the feed industry: a practical guide for feed professionals.** 2007.

STRICKLING, J. A., D. L. HARMON, K. A. DAWSON, AND K. L. GROSS. 2000. Evaluation of oligosaccharide addition to dog diets: Influences on nutrient digestion and microbial populations. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86:205–219. doi:10.1016/S0377-8401(00)00175-9

SWANSON KS, Grieshop CM, Flickinger EA, Bauer LL, Healy HP, Dawson KA, et al. Supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides influence immune function, ileal and total tract nutrient digestibilities, microbial populations and concentrations of protein catabolites in the large bowel of dogs. *J. Nutr.* 2002; 132(5):980-9.

TAMBURO, M.E., GINTERS, K.M., LUCHESE, L. et al. Efeito da adição de diferentes níveis de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de álcool de cana-de-açúcar, sobre a umidade das excretas de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19, 1982, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba, SP: SBZ, 1982. p.26

TESHIMA, E.; RIVERA, N. L. M.; KAWAUCHI, I. M.; et al. Extrato de levedura na alimentação de cães: digestibilidade e palatabilidade. 44O Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. UNESP, Jaboticabal, In: CD-rom, 24 a 27 de julho de 2007.

TLASKALOVÁ-HOGENOVÁ, H. et al. Mucosal immunity: its role in defense and allergy. **International archives of allergy and immunology**, v. 128, n. 2, p. 77-89, 2002.

VAN HEUGTEN, E., D. W. FUNDERBURKE, AND K. L. DORTON. 2003. Growth performance, nutrient digestibility, and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. *J. Anim. Sci.* 81:1004–1012.

VICKERS, R.J.; SUNVOLD, G.D., KELLEY, R.L., REINHART, G.A. Comparison of fermentation of selected fructooligosaccharides and other fiber substrates by canine colonic microflora. **American Journal of Veterinary Research**, v.62, p.609–615, 2001.

WHITE LA, Newman MC, Cromwell GL, Lindemann MD. Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 2002; 80(10):2619-28.

YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C.C.; SGARBIERI, V.C. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p.423-432, 2003.

ZANUTTO, C.A.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A.E. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces sp.*), seca por rolo rotativo ou por spray-dry, na alimentação de leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.21, n.3, p.705-710, 1999.

ZDUNCZYK, Z., J. JUSKIEWICZ, J. JANKOWSKI, E. BIEDRZYCKA, AND A. KONCICKI. 2005. Metabolic response of the gastrointestinal tract of turkey to diets with different levels of mannan-oligosaccharide. *Poult. Sci.* 84:903–909.

ZENTEK J, Marquart B, Pietrzak T. Intestinal effects of mannanoligosaccharides, transgalactooligosaccharides, lactose and lactulose in dogs. *J. Nutr.* 2002; 132(6):1682S-84S.

ANEXO I – CERTIFICADO COMISSÃO DE ÉTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 051/2017, referente ao projeto “USO DE LEVEDURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) NA DIETA DE CÃES”, sob a responsabilidade de Ananda Portella Félix – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro, de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau 1 de invasividade, em reunião de 07/07/2017.

Vigência do projeto	Agosto/2017 até Setembro/2017
Espécie/Linhagem	<i>Canis lupus familiaris</i> (cão)
Número de animais	16
Peso/Idade	10 kg / 1.5 a 1.6 anos
Sexo	Ambos (8 machos e 8 fêmeas)
Origem	Laboratório de Estudos em Nutrição Canina – LENUCAN no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 051/2017, regarding the project “USE OF YEAST OF SUGAR CANE (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) ON DOG DIETS” under Ananda Portella Félix supervision – which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October, 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July, 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of the State of Paraná, Brazil), with degree 1 of invasiveness, in session of 07/07/2017.

Duration of the project	August/2017 until September/2017
Specie/Line	<i>Canis lupus familiaris</i> (dog)
Number of animals	16
Weight/Age	10 kg / 1.5 to 1.6 years
Sex	Both (8 males and 8 females)
Origin	Laboratory of Canine Nutrition Studies – LENUCAN in the Agricultural Sciences Sector of the Federal University of Paraná

Curitiba, 7 de julho de 2017.

Chayane da Rocha

Chayane da Rocha

Coordenadora CEUA-SCA